

## INFORMATION REPORT INFORMATION REPORT

## CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY

This material contains information affecting the National Defense of the United States within the meaning of the Espionage Laws, Title 18, U.S.C. Secs. 793 and 794, the transmission or revelation of which in any manner to an unauthorized person is prohibited by law.

S-E-C-R-E-T  
NOFORN

25X1

COUNTRY USSR

REPORT

SUBJECT

Issue of Aviatzionnaya Promyshlennost,

DATE DISTR. 4 September 1958

June 1958 (Sov. aviation  
industry journal - in  
Russian)  
PROCESSING COPY

NO. PAGES 1

REFERENCES RD  
CSLT-3/682,764

DATE OF INFO.

PLACE &amp; DATE ACQ.

PROCESSING COPY

25X1

25X1

SOURCE EVALUATIONS ARE DEFINITIVE

June 1958 issue, number six, of  
the Soviet aviation industry journal, Aviatzionnaya Promyshlennost.  
When separated from this report, it is UNCLASSIFIED.

25X1

ENCLOSURE ATTACHED  
PLEASE ROUTE

S-E-C-R-E-T  
NOFORN

STATE	X	ARMY	X	NAVY	X	AIR	X	FBI		AEC					
-------	---	------	---	------	---	-----	---	-----	--	-----	--	--	--	--	--

(Washington distribution indicated by "X"; Field distribution by "#")

INFORMATION REPORT INFORMATION REPORT

25X1

**Page Denied**



# АВИАЦИОННАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

О Р Я Н Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н О Г О К О М И Т Е Т А  
С О В Е Т А М И Н И С Т Р О В С С С Р П О А В И А Ц И О Н Н О Й Т Е Х Н И К Е

ОБОРОНГИЗ

МОСКВА 1958

6

# АВИАЦИОННАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА  
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР  
ПО АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКЕ

ГОД ИЗДАНИЯ

26

6

*Июнь*

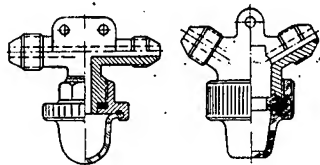
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ОБОРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

МОСКВА 1958

# В этом номере журнала

## В разделе „Конструирование и расчеты“

Защита самолетных систем статического и полного давлений от влаги. **В. П. Дмитриев** (стр. 3).



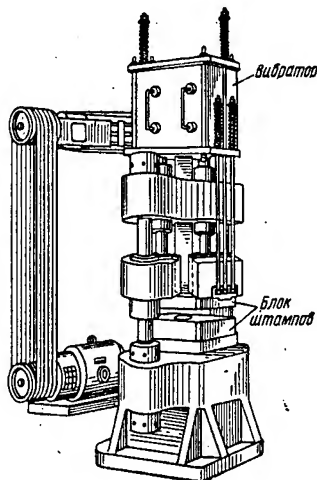
Для обеспечения надежной защиты систем статического и полного давлений от влаги автор рекомендует применять в них трубопроводы с внутренним диаметром 6 мм и с наклоном от ПВД к влаготстойнику не менее 10—15°.

В статье описаны рациональная конструкция влаготстойника и способы предупреждения попадания влаги в системы во время стоянки самолета на земле.

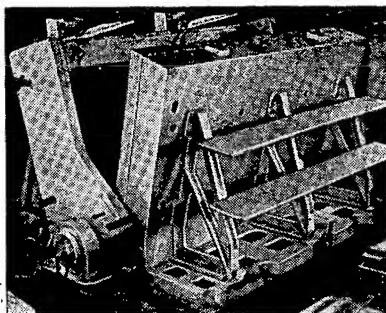
## В разделе „Технология“

Объемное деформирование с применением вибрации. **М. Я. Карнов, А. А. Воронич и В. И. Власов** (стр. 11).

Применение вибрации при объемном деформировании способствует уменьшению внешнего трения, снижению скорости деформаций и сопротивлению деформированию, повышению точности заготовок и образованию более равномерных макро- и микроструктуры. В статье описана конструкция вибрационного пресса, созданного на одном из заводов, и приведены рекомендуемые режимы деформирования.



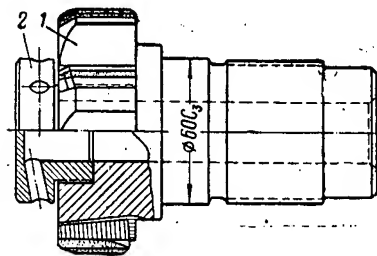
Литье панелей методом выжимания. **А. С. Звягин и Е. С. Стебаков** (стр. 18).



В № 10 журнала за 1957 г. уже освещался принцип литья методом выжимания (см. стр. 24). В статье описаны результаты проведенного авторами исследования механических свойств крыльев самолета, собранных из панелей, отлитых этим методом из сплава АЛ4.

Комбинированное скоростное растачивание и развертывание глухих глубоких отверстий. **А. К. Петров и С. Ф. Сурин** (стр. 23).

В статье описан новый метод обработки глухих глубоких отверстий в цилиндрах комбинированным скоростным растачиванием головкой одностороннего резания с последующим развертыванием. Применение этого метода повысило производительность в два-три раза, резко улучшило качество обработки и полностью устранило брак, связанный с уводом оси отверстия и разностенностью.

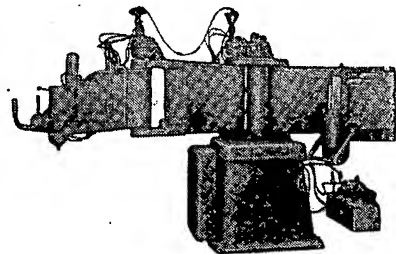


## В разделе „Зарубежная техника“

Новые быстроходные радиально-фрезерные станки для обработки легких сплавов (стр. 103).

В обзоре по этому вопросу публикуются данные из зарубежной периодической печати о новых быстроходных радиально-фрезерных станках, применяемых для раскроя листовых заготовок в пакете и для фрезерования по контуру и толщине монолитных деталей.

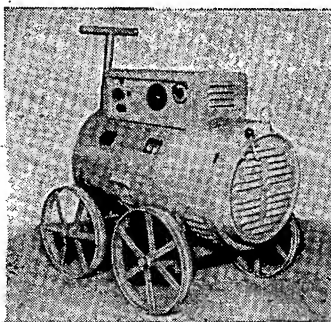
Приводятся сведения о станках с сервомеханизмами подачи фрезерной головки и о станках с дистанционным управлением, позволяющих облегчить работу оператора.



## В разделе „На международных выставках и конференциях“

Сварочная техника в Германской Демократической Республике (стр. 114).

В октябре 1957 г. в г. Галле Палатой техники и Центральным научно-исследовательским институтом сварки (ЦИС) ГДР проведена научно-техническая конференция по сварке. В публикуемом отчете об этой конференции одного из советских делегатов вкратце освещена работа конференции, описано посещение ЦИС и ряда заводов и приводится краткая характеристика производства в ГДР электросварочного оборудования и сварочных материалов.





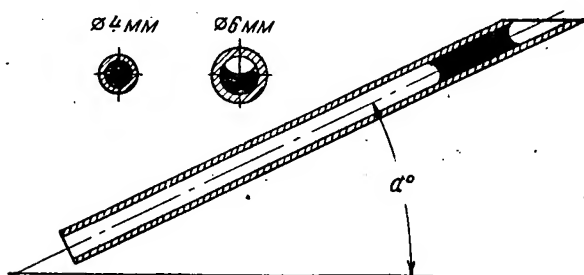
# КОНСТРУИРОВАНИЕ и РАСЧЕТЫ

## Защита самолетных систем статического и полного давлений от влаги

В. П. ДМИТРИЕВ

### Выбор конструкции и места установки влагоотстойников

В статье рассматриваются способы защиты систем статического и полного давлений навигационно-пилотажных приборов, датчиками которых служат приемники воздушного /ПВД/ и полного /ТП/ давления, а также вводы статического давления.



Фиг. 1. Характер протекания воды в трубопроводах с различным внутренним диаметром.

$\alpha$ —угол наклона трубопровода к горизонту.

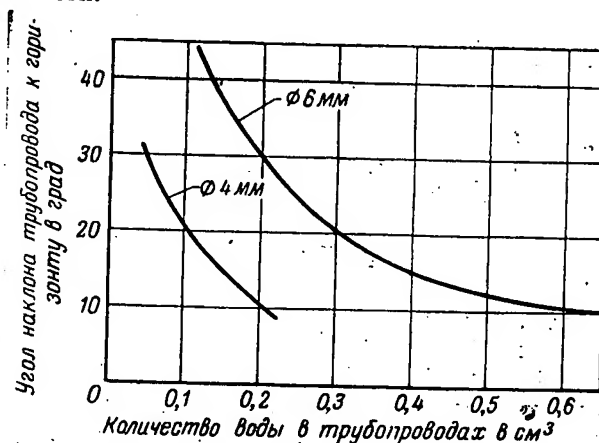
Основными факторами, определяющими качество монтажа указанных систем, являются: диаметр трубопровода, угол наклона его к приемнику давления, а также тип и место установки влагоотстойников.

Рассмотрим, как будет двигаться вода в трубопроводах при их различных наклонах и диаметрах. В настоящее время на самолетах для соединения датчиков давления анализируемых систем с указателями применяют трубопроводы из материала АМгМ диаметрами  $6 \times 4$  и  $8 \times 6$  мм.

Установлено, что характер перемещения воды в таких трубопроводах различен и зависит в основном от их внутреннего диаметра. Так, например, в трубопроводе с внутренним диаметром 4 мм вода заполняет все сечение и движется «поршнем», а в трубопроводе с внутренним диаметром 6 мм — «струйкой», не занимая всего сечения (фиг. 1).

В собранных самолетных системах статического и полного давлений вода перемещается аналогичным образом. Попад в систему, соединенную трубопроводом диаметром  $8 \times 6$  мм, она будет течь при соответствующем наклоне до конца трубопровода или до первого влагоотстойника.

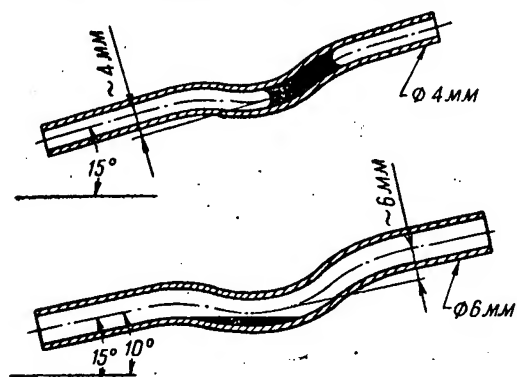
В трубопроводе диаметром  $6 \times 4$  мм (при определенном угле наклона) вода, протекая «поршнем», будет продвигаться под действием составляющей силы веса до того момента, когда давление сжатого этим «поршнем» воздуха не уравнивается весом «поршня». Далее «поршень» сможет перемещаться лишь в том случае, если система окажется негерметичной.



Фиг. 2. Зависимость движения воды в трубопроводе от наклона его к горизонту.

На фиг. 2 показана зависимость движения воды в трубопроводе от наклона его к горизонту. Из фигуры видно, что если на самолете имеются трубопроводы диаметром  $8 \times 6$  мм с углом наклона не менее  $10-15^\circ$  или диаметром  $6 \times 4$  мм с любым

углом наклона, то вода, попавшая в системы, может остаться в трубопроводах, хотя влагоотстойники будут сухими. Поэтому необходимо до и после каждого полета продувать системы для того, чтобы обеспечить слив воды во избежание ее замерзания при минусовых наружных температурах.

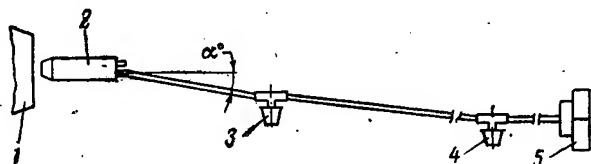


Фиг. 3. Прогиб трубопроводов.

Как показала практика, трубопроводы часто прогибаются. Основными причинами этого являются плохое качество монтажа при сборке и ремонте самолетов, а также небрежная их эксплуатация. Величина изгиба составляет в среднем около одного внутреннего диаметра трубопровода (фиг. 3).

Если внутренний диаметр равен 6 мм, часть воды может остаться в таком изгибе и будет увеличивать запаздывание показаний приборов, а при минусовой температуре станет центром замерзания всего сечения трубопровода, что приведет к полному отказу приборов во время полета. Поэтому при монтаже систем с трубопроводом диаметром 8×6 мм необходимо особенно тщательно следить за качеством его прокладки.

Для систем с трубопроводом диаметром 6×4 мм наличие изгибов не имеет большого значения, так как вода в таком трубопроводе движется «поршнем», а не «струйкой», и поэтому или вытекает полностью, или может остаться в герметичной системе даже при достаточно больших углах его наклона.



Фиг. 4. Схема испытания системы полного давления. 1—насос; 2—ПВД; 3 и 4—влагоотстойники; 5—прибор;  $\alpha$ —угол наклона трубопровода к горизонту.

С целью исследования движения воды в системе полного давления и работы влагоотстойников различных типов во время полета были предприняты испытания указанной системы по схеме, приведенной на фиг. 4.

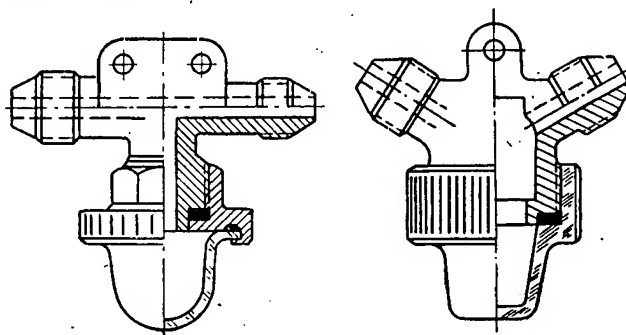
Воздушный поток от насоса 1 имитировал условия при полете самолета со скоростью до 1000 км/час.

Испытания вели с трубопроводами из материала АМгМ диаметрами 6×4 и 8×6 мм и с влагоотстойниками двух типов (фиг. 5).

Наиболее распространен влагоотстойник, показанный на фиг. 5, слева; справа представлен влагоотстойник нового типа, предназначенный для широкого внедрения на различных самолетах и уже проверенный в эксплуатации.

Между ПВД и влагоотстойниками (см. фиг. 4) помещали стеклянные трубки, диаметр которых соответствовал диаметру испытываемого трубопровода; с их помощью осуществляли визуальные наблюдения за движением воды в трубопроводах. Введением воды в поток воздуха имитировали дождь.

Испытания системы с влагоотстойниками типа, показанного на фиг. 5, слева, и трубопроводом диаметром 6×4 мм дали следующие результаты. Если ПВД обтекается воздушным потоком с постоянной скоростью 500 или 1000 км/час, в который вводится дождь различной интенсивности, то вода во влагоотстойники не попадает, а частично скопится в самом начале трубопровода (у ПВД) в виде отдельных водяных «поршеньков». Если имитировать дождь, медленно изменяя при этом скорость потока от 0 до 500 км/час, то вода, попадающая в систему, лишь частично заполняет влагоотстойник



Фиг. 5. Влагоотстойники.

и одновременно начинает поступать в следующую часть трубопровода. При быстром изменении скорости потока вода поступает в другую часть трубопровода, также не заполнив полностью влагоотстойник 3 (см. фиг. 4).

Испытания системы с влагоотстойником типа, показанного на фиг. 5, справа, выявили, что при постоянном значении скорости воздушного потока 500 или 1000 км/час наблюдается аналогичная картина — вода во влагоотстойники не поступает. Если медленно или быстро изменять скорость от 0 до 500 км/час, то вода заполняет влагоотстойник полностью, и только после этого идет дальше, в следующую часть трубопровода.

При изменении угла наклона трубопровода и постоянной скорости воздушного потока водяной «поршень» не меняет своего положения; только при колебании скорости потока он начинает двигаться вдоль трубопровода, причем каждому значению скорости соответствует определенное положение «поршня».

В отношении трубопровода из материала АМгМ диаметром 8×6 мм установлено, что как при постоянной, так и при изменяемой скорости воздуш-

ного потока вода передвигается по трубопроводу, не заполняя всего сечения, и ее перемещение зависит лишь от угла наклона трубопровода от ПВД к влагоотстойнику.

В случае постоянного наклона трубопровода и постоянной скорости полета водяной «поршень» в трубопроводе с внутренним диаметром 4 мм продвинется только на расстояние  $\Delta l$  (фиг. 6). Следовательно, зная длину пути «поршня», можно определить место установки влагоотстойника. Наклон трубопровода с внутренним диаметром 4 мм не имеет большого значения, так как вода в подобном сечении перемещается в герметичной системе исключительно за счет изменения скорости воздушного потока. Для расчета пути «поршня» в таком трубопроводе можно использовать закон Бойля—Мариотта. На основании этого закона

$$P_H V_1 = P_2 V_2,$$

где  $P_H$  и  $V_1$  — соответственно атмосферное (статическое) давление на высоте полета  $H$  и объем, который занимает воздух в системе полного давления;  $P_2$  и  $V_2$  — соответственно полное давление и объем, который займет воздух в системе под этим давлением.

Отсюда

$$V_2 = V_1 \frac{P_H}{P_2}. \quad (1)$$

Принимаем, что

$$V_1 = V_m + V_{\kappa},$$

где  $V_m$  — объем трубопровода;

$V_{\kappa}$  — объем манометрических коробок приборов, подсоединенных к системе полного давления.

Как правило, величина  $V_{\kappa}$  незначительна, и поэтому для простоты расчета ею можно пренебречь. Тогда

$$V_2 = V_m \frac{P_H}{P_2}.$$

Известно, что

$$V_1 = V_m = \frac{\pi d^2}{4} l_1$$

(т. е.  $V_m = 12,5 l_1$ ),

где  $d$  и  $l_1$  — соответственно внутренний диаметр и длина трубопровода.

Аналогично рассчитываем расстояние  $l_2$  от «поршня» до приборов

$$V_2 = \frac{\pi d^2}{4} l_2 = 12,5 l_2.$$

Подставив в формулу (1) вычисленные значения  $V_1$  и  $V_2$ , получим

$$l_2 = l_1 \frac{P_H}{P_2}. \quad (2)$$

Отсюда длина перемещения «поршня» (см. фиг. 6) равна

$$\Delta l = l_1 - l_2. \quad (3)$$

Пример. Расчет пути «поршня» применительно к самолету Ил-14 для случая, когда скорость самолета изменяется от 0 до 500 км/час. Примем, что  $l_1 = 6000$  мм;  $P_H = 1$  кг/см<sup>2</sup>;  $P_2 = 1 + 0,1207 = 1,1207$  кг/см<sup>2</sup>;  $d = 4$  мм.

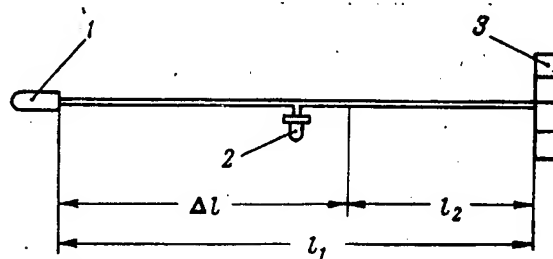
Согласно формуле (2)

$$l_2 = 6000 \frac{1}{1,1207} = 5200 \text{ мм.}$$

Отсюда по формуле (3)  $\Delta l = 800$  мм.

Итак, на самолете Ил-14 влагоотстойник в системе полного давления не следует устанавливать на расстоянии более 800 мм от ПВД.

В системе статического давления вода может попасть из окружающей среды только при изменении атмосферного давления, что наблюдается, когда самолет снижается или набирает высоту.



Фиг. 6. Схема системы полного давления.

1—ПВД; 2—влагоотстойник; 3—приборы.  $\Delta l$ —длина перемещения водяного «поршня»;  $l_1$ —длина трубопровода;  $l_2$ —расстояние от водяного «поршня» до приборов.

При уменьшении высоты полета атмосферное давление увеличивается. В статические камеры приборов через приемники статического давления входит новая порция воздуха, вместе с которой в систему статического давления может попасть влага, находящаяся в окружающем воздухе.

Зная предполагаемый перепад давления у самолета при его спуске, можно аналогично предыдущему случаю определить длину пути водяного «поршня». Так как у самолетов, как правило, высота полета не является постоянной, то влагоотстойники в системах статического давления необходимо устанавливать как можно ближе к ПВД и вводам статического давления.

Все эти рассуждения справедливы только для систем с трубопроводом внутренним диаметром 4 мм. Для систем с трубопроводом диаметром 6 мм место установки влагоотстойников определяется (так же как и у систем полного давления) величиной угла наклона трубопровода от ПВД и ввода статического давления к влагоотстойнику.

До сих пор рассматривался механизм передвижения воды, попавшей в системы через ПВД, но влага может образоваться и при конденсации ее из воздуха, находящегося в системе.

Если системы статического и полного давлений классифицировать по месту установки ПВД на самолете, то будем иметь два различных случая:

а) большая часть системы проложена вне обогреваемой кабины самолета; следовательно, во время полета ее температура равна температуре окружающего воздуха;

б) большая часть системы находится в обогреваемой кабине; отсюда вытекает равенство температур системы и кабины.

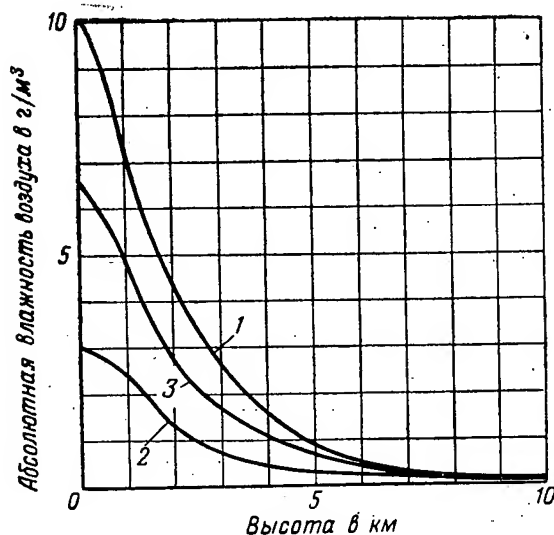
Абсолютную влажность воздуха в системе  $C_e$  подсчитываем по формуле

$$C_e = C_a \frac{P_c T_a}{P_a T_c}, \quad (4)$$

где  $C_a$ ,  $T_a$  и  $P_a$  — соответственно абсолютная влажность, температура и давление атмосферного воздуха;

$P_c$  — давление в системе;

$T_c$  — температура в кабине.



Фиг. 7. Абсолютная влажность воздуха на различных высотах.

1 — летом; 2 — зимой; 3 — среднегодовая.

Значение  $C_a$  выбирают по фиг. 7, а величину  $T_a$  — по таблице.

#### Зависимость температуры атмосферного воздуха от высоты полета

Высота полета в км	Температурный перепад в °С	Температура атмосферного воздуха в °С
0	—	—15
1	1	—16
2	2,7	—18,7
3	4,0	—22,7
4	5,2	—27,9
5	6,0	—33,9
6	6,7	—40,6
7	7,0	—47,6
8	6,6	—54,2
9	2,3	—56,5
10	—	—56,5
11	—	—56,5

Для случая а

$$C_e = C_a \frac{P_c}{P_a}, \quad (5)$$

для случая б

$$C_e = C_a \frac{P_c T_a}{P_a T_c}. \quad (6)$$

Пример. Расчет количества конденсата влаги, могущего образоваться в системе самолета Ил-14.

Возьмем наиболее неблагоприятный случай, когда полет происходит у земли со скоростью до 500 км/час...

По формуле (6)

$$C_e = 10 \frac{1,1207}{1} = 11,207 \text{ г/м}^3.$$

Объем воздуха в системе полного давления самолета Ил-14 равен 0,0007 м³. Следовательно, максимальное количество влаги в этой системе равно 0,006 г.

Необходимо учесть, что влага распределена равномерно по всему трубопроводу, длина которого достигает 6 м. Такого количества влаги, очевидно, будет недостаточно для промерзания всего трубопровода.

На основании данного расчета можно заключить, что главная причина появления влаги в системе — это попадание ее непосредственно через ПВД при полетах во время дождя, мокрого снега, в условиях обледенения и т. п.

#### Выводы

1. Для обеспечения надежной защиты систем статического и полного давлений от влаги необходимо применять в них трубопровод с внутренним диаметром 6 мм. Наклон такого трубопровода от ПВД к влагоотстойнику должен быть не менее 10—15°. При монтаже нужно обращать особое внимание на качество прокладки трубопроводов, не допуская появления местных неровностей.

2. Проектируя систему с трубопроводом внутренним диаметром 4 мм, следует рассчитать возможный путь водяного «поршня», а влагоотстойники устанавливать только в зоне пути «поршня».

3. Для рассмотренных систем рекомендуются влагоотстойники типа, показанного на фиг. 5, справа. Они должны размещаться в местах, легко доступных для слива влаги. Чтобы облегчить осмотр влагоотстойников, их нижние колпачки рекомендуется выполнять из прозрачного оргстекла. С целью предотвращения попадания влаги (дождя или мокрого снега) в систему статического давления через бортовые вводы статического давления во время полета штуцер ввода целесообразно направлять вверх под углом не менее 15—20°.

4. Во избежание попадания влаги в системы статического и полного давлений во время стоянки самолета на земле необходимо плотно закрывать ПВД, ТП и отверстия вводов статического давления.

5. В регламент обслуживания самолета целесообразно ввести следующие пункты:

а) об обязательных периодических осмотрах трубопроводов во время их эксплуатации;

б) о сливе влаги из влагоотстойников до и после каждого полета;

в) о продувке систем до и после полета.

## К вопросу о применении компенсаторов в конструкции самолета

В. М. ТЕНДЛЕР

Вопрос, поднятый в статьях Р. М. Тарасевича и В. П. Скворцова\* о компенсаторах как важном средстве повышения технологичности конструкции, весьма актуален и представляет большой интерес для серийных заводов. От его правильного решения зависит уменьшение трудоемкости сборки агрегатов и узлов, а также улучшение их качества.

Работникам серийных заводов и ОКБ известны области применения компенсаторов различного типа. Однако не все конструкторы ОКБ считают своим долгом использовать в изделии все необходимые компенсаторы. Поэтому на практике между работниками серийного завода и ОКБ часто идут длительные споры по поводу введения прокладок в тех местах, где нет другой возможности компенсировать отклонения от размеров при сборке. Такое положение, на взгляд автора, сложилось еще и потому, что в существующих учебниках по проектированию самолетов то или иное конструктивное решение узла не оценивается с точки зрения его технологичности. Поэтому у молодых конструкторов не вырабатывается чувство нетерпимости к такого рода существенным упущениям в конструкции.

Введение компенсаторов в большинстве случаев несколько увеличивает вес изделия, часто повышает трудоемкость его изготовления в заготовительных цехах. Необходимо всегда стремиться к тому, чтобы при минимальном увеличении веса в наибольшей мере сберечь труд сборщиков и обеспечить нормальную работу и эксплуатацию изделия. Нельзя допускать подмены поисков удачного решения созданием изделия, заставляющего использовать самые трудоемкие виды компенсации — ручное пришабривание, совместные распиловку и развертывание отверстий, применение конусных прокладок. Как правило, эти работы нельзя механизировать, и приходится прибегать к высококвалифицированному ручному труду.

В статьях вышеуказанных авторов правильно отмечено, что необходимо разработать теорию размерных цепей и классификацию компенсаторов применительно к самолетостроению, сделать компенсаторы достоянием широких кругов конструкторов и технологов ОКБ и серийных заводов. Однако нельзя согласиться с предложенной в статье т. Тарасевича группировкой компенсаторов по характеру или способу устранения погрешности. Такая классификация искусственна и может внести только путаницу. Классификация должна базироваться на основных, определяющих признаках. Лишь тогда она позволит систематизировать фактический материал и быстро разыскать нужный тип компен-

сатора. С этой точки зрения вместо предлагаемых т. Тарасевичем четырех групп компенсаторов целесообразнее ввести следующую классификацию по виду регулируемой размерной цепи: 1) линейная компенсация; 2) плоскостная и 3) пространственная.

В каждой из этих групп должны быть подгруппы, разделяющие компенсаторы по характеру регулирования: а) непрерывная компенсация; б) ступенчатая; в) переменная.

Тов. Скворцов справедливо указывает, что компенсаторы следует разделить на два основных класса: конструктивные и технологические.

Большую помощь в решении этого вопроса окажет создание справочников, содержащих данные о практически достижимой степени точности при изготовлении деталей с использованием того или иного технологического процесса. В настоящее время эти данные разбросаны по многим нормам и производственным инструкциям или же вообще отсутствуют. Наряду с такими справочниками желательно выпустить альбом-справочник, в котором были бы собраны и классифицированы все существующие типы компенсаторов. Альбом мог бы систематически дополняться и изменяться.

Однако разработка теории компенсации сама по себе не решает дела. Надо, чтобы данный вопрос занял подобающее место в работе ОКБ, а работники серийных заводов получили возможность легко устанавливать, все ли места конструкции имеют надлежащую компенсацию. Так как пока невозможно полностью избежать подгоночных операций при сборке, то целесообразно, как это предлагает т. Скворцов, разработать метод оценки технологичности конструкции самолета по наличию в ней компенсаторов. В качестве такого критерия можно было бы принять процентное отношение трудоемкости подгоночных и доводочных работ к общей трудоемкости изготовления изделия. Чем меньше предусмотрено компенсаторов, особенно по обводам и сложным пространственным деталям, тем большим окажется процент подгоночных работ. Так, например, применительно к одному и тому же агрегату для изделия А оно равно 26%, а для изделия Б — 18%; у изделия В, где предусмотрены компенсация обвода и более простая конфигурация сложных деталей, указанное отношение составляет 8—12%.

Наряду с изложенным надо стремиться к тому, чтобы в ОКБ соблюдалось правило обязательной компенсации по типовым местам конструкции. С этой целью при проектировании и технологической проработке чертежей следует составлять схемы обеспечения компенсации при сборке. Каким бы путем ни достигалась компенсация — технологи-


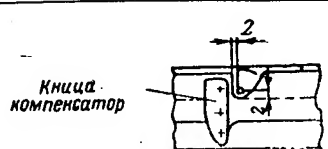


\* «Авиационная промышленность», 1957, № 3.



ческим или конструктивным — это должно быть отражено в схемах, которые одновременно с другой технической документацией следует передавать серийному заводу. Для облегчения труда конструкторов и технологов ОКБ представляется также полезным разработать классификацию компенсаторов по типовым местам, требующим компенсации. В качестве примера такой классификации может служить компенсация: а) контуров, обтекаемых потоком; б) узлов и подборок каркаса и внутреннего набора; в) стыков, подборок и агрегатов; г) тросов, тяг, трубопроводов, жгутов; д) установки готовых изделий.

Схемы компенсации не должны быть надуманными и чуждыми процессу конструирования. Наоборот, они призваны помочь конструктору в его работе, обеспечить, чтобы он ясно представлял себе как процесс изготовления проектируемого им узла, так и сборку узла с другими элементами агрегата (см. схему). Указанные схемы имеют целью показать, какие места нуждаются в компенсации, а также облегчить выбор средств, необходимых для ее осуществления. Поэтому, возможно, что подобную схему лучше всего утверждать в два этапа: вначале определить места, требующие компенсации, а затем уже в процессе проектирования утвердить средства ее обеспечения.

Схема компенсации узлов панели М0301-0

Места, требующие компенсации	Средства компенсации
Крепление шпангоутов к обшивке	
Крепление стрингеров к шпангоутам	
Пересечение стрингеров стыковыми лентами	
Стыковка панели М0301-0 с панелью М0302-0	

Утверждаю: представитель ОКБ  
Согласовано: представитель серийного завода

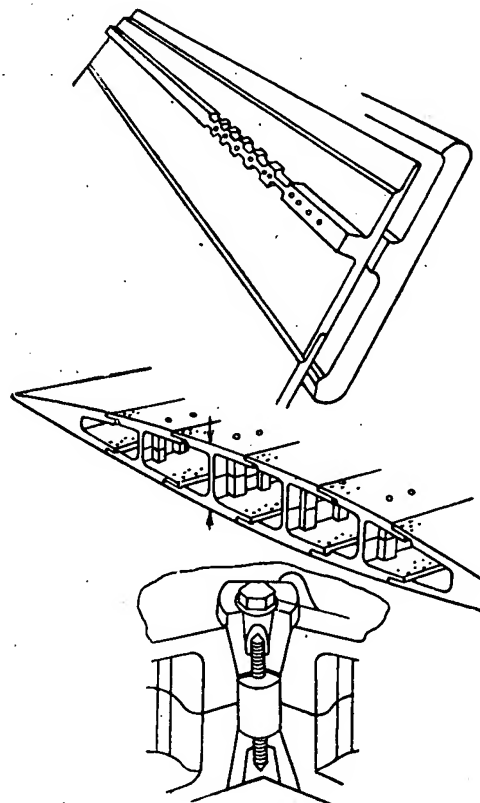
Ниже приведен пример предлагаемой классификации.

Группа: «Компенсация контуров, обтекаемых воздушным потоком».

Подгруппы.

1. Крылья, центропланы.
2. Стабилизаторы и кили.
3. Рули, элероны, закрылки, триммеры.
4. Фюзеляжи, гондолы, заборники воздуха.
5. Зализы, обтекатели.

В каждой подгруппе типовые сечения конструкции анализируются и распределяются в зависимости



Фиг. 1. Крыло самолета фирмы Боултон Пол (Англия).

сти от типа примененного компенсатора. Для примера рассмотрим первую подгруппу, включающую компенсацию за счет:

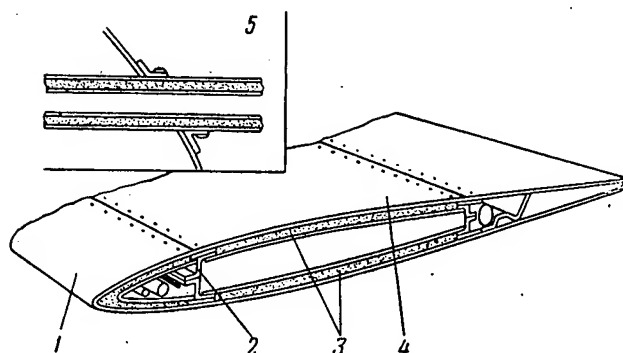
- а) изменения поля перекрытия деталей;
- б) прокладок;
- в) механической обработки после общей сборки крыла. Этот вид компенсации может найти применение при изготовлении крыльев из монолитных панелей; например, крыло фирмы Боултон Пол (фиг. 1);
- г) шабрения деталей в процессе сборки. Используется при наличии мощного каркаса и толстой обшивки в тех случаях, когда употребление прокладок недопустимо;

д) деформации обшивки. Применяется на скоростных самолетах, либо в хвостовых зонах крыла, где допуски достигают 2 мм, или же при изготов-

лении панелей с заполнителем. В этих конструкциях до полимеризации клея детали легко поддаются деформации и принимают нужный контур. Примером может служить крыло самолета «Тридан» (фиг. 2).

Из огромного числа разнообразных конструкций крыльев следует отобрать наиболее оправдавшие себя типы. О компенсаторах каждого вида должны быть известны величина припусков на обработку и шабрение, максимальная толщина прокладок и т. д., в зависимости от конструктивных элементов и материалов.

Большую помощь в борьбе за технологичность конструкций может оказать критика и анализ на страницах журнала удачных и неудачных конструктивных решений.



Фиг. 2. Крыло самолета «Тридан» (Франция).

1—носок; 2—лонжерон; 3—заполнитель; 4—обшивка; 5—крепление крыла с фюзеляжем.

## Упрощение серийных сборочных чертежей в самолетостроении

(В порядке обсуждения)

О. А. БАБИЧЕВА

### Рекомендации по оформлению и содержанию чертежей

Современные сборочные чертежи агрегатов и узлов самолета обычно чрезмерно сложны и громоздки; в них указывается значительно больше данных, чем требуется для серийного выпуска, включая пользование такими чертежами при подготовке производства, контроле и испытании изделий.

Зачастую на поле сборочного чертежа вычерчивают развертки деталей, что при плазово-шаблонном методе совершенно лишне. Большое количество разрезов, сечений и других выносных элементов чертежа необходимо в основном лишь для определения формы и размеров «входящих» деталей. Изображать указанные элементы приходится в крупном масштабе, поэтому длина чертежей возрастает иногда до 5—6 м.

Пояснительные элементы на поле чертежа очень часто располагают бессистемно, затрудняя тем самым его чтение. Нередко встречаются ссылки на другие чертежи, согласно которым предлагается выполнить соединение, изображенное на данном чертеже, например: «Этим болтом крепить деталь № . . . , см. чертеж № . . . » или «Клепать совместно с деталью № . . . , чертеж № . . . », в то время как заклепки обозначены только на данном чертеже.

Во многих случаях изображают примыкающие детали и указывают крепление к ним, хотя понятно, что для данной сборки они не могут быть использованы.

Позиции деталей и узлов на сборочных чертежах размещают по-разному: в определенном порядке, вне проекций или произвольно, в том числе и внут-

ри проекций. Это также затрудняет чтение чертежей, особенно крупных.

В обозначениях деталей и узлов после первого тире ставят иногда две цифры, иногда одну. При этом и деталь и узел могут иметь одинаковое обозначение.

Узлы и детали, за исключением «входящих», обозначают, включая номер группы и подгруппы, т. е., повторяя много раз одинаковые цифры в обозначениях. В изделии в основном применяют «собственные» детали и узлы, вновь изготавливаемые для данного объекта; их обозначения различаются только цифрами, стоящими после первого тире. Индекс, группа и подгруппа для подобных деталей одинаковы, причем нанесение отнимает много времени. Однако все больше начинают использовать детали и узлы из других объектов данного или другого изделия. Поэтому при изучении чертежа приходится читать все обозначение полностью, и требуется много внимания, чтобы не пропустить «несобственную» деталь для данной сборки.

Часто в спецификации указывается марка материала и вид полуфабриката для тех деталей, на которые имеются рабочие чертежи. В этом случае сведения об изменении материала вносятся в два чертежа.

Ниже приведены рекомендации по оформлению серийных сборочных чертежей. В этих рекомендациях учитывается, что в серийном производстве оснасткой пользуются на базе плазово-шаблонного метода, когда все детали из заготовительных цехов подаются на сборку в готовом виде с оконча-

тельно обработанными сопрягаемыми поверхностями, установочными базами в виде сборочных отверстий, рисок и т. п.

Прежде всего на чертежах следует указывать данные, необходимые только для сборки и ее контроля. На одном чертеже нецелесообразно совмещать технологически различные сборки.

При зафиксированных точках крепления сборка нередко сводится к простому соединению деталей и узлов по этим точкам; здесь на некоторых чертежах размеры можно не указывать.

Уточнять форму и размеры «входящих» деталей желательно непосредственно на плазах в ОКБ, что позволит значительно упростить чертежи и уменьшить их размеры. Кроме того, естественно, в них будет меньше ошибок и изменений.

Серийные чертежи нужно создавать, удаляя с основных чертежей ОКБ размеры и другие данные для проектирования оснастки и подготовки производства. С целью облегчения копировки такие элементы предлагается предварительно заключать в рамки или выделять каким-либо другим способом.

В обозначениях деталей и узлов полезно за первым тире (после группы и подгруппы) ставить две цифры (или по необходимости три), первая из которых должна обозначать порядковый номер узла, вторая (или вторая и третья) — номер детали. Когда деталь входит непосредственно в группу или подгруппу, на первом месте после тире следует ставить ноль. Номер узла должен оканчиваться нулем.

Позиции соединяемых деталей и узлов надо проставлять, как правило, вне проекций, по прямым линиям или параллельно контуру проекции в порядке возрастания номеров.

Обозначения «собственных» деталей и узлов рекомендуется наносить на полочках, только в виде двух (или трех) последних цифр, опуская индекс изделия, группу и подгруппу. Если деталь или узел взяты из какого-либо другого узла, группы или изделия, обозначение следует писать полностью, с указанием индекса, группы и подгруппы. Номера «входящих» деталей надо ставить по-прежнему в кружках. Номера примыкающих деталей могут быть даны только в качестве справочных; их желательно заключать в прямоугольники.

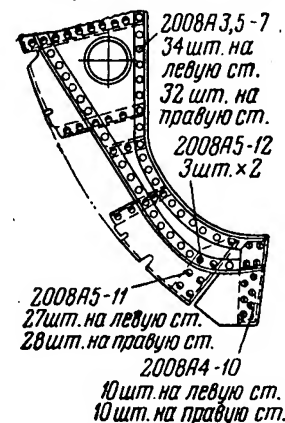
Контрольные размеры целесообразно задавать от физических (измеряемых) баз.

Спецификация должна сохраняться только в том объеме, который облегчает пользование чертежом, достаточны лишь графы: «Обозначение», «Наиме-

нование», «Количество» и «Примечания». Заклепки в спецификацию вписывать не следует.

Крупные чертежи надо выполнять на нескольких листах формата А1 (согласно ГОСТ 5292—50), размещая на первом листе сборочные виды, а на остальных — выносные пояснительные элементы: разрезы, сечения, виды по стрелкам и пр. В буквенных обозначениях рекомендуется указывать номер листа, на котором вычерчен данный элемент. При этом устраняется необходимость в применении зон, а также в постройке шестиметровых стеллажей для чтения чертежей.

Для облегчения чтения чертежей клепаных конструкций предлагается давать одну выноску (вместо целого веера их) к обозначению группы одинаковых и расположенных рядом заклепок, выделяя последние от соседних заклепок другого типоразмера различными знаками на головках в плане (см. фигуру). Под обозначением полезно указывать количество заклепок в данной группе; одинаковые обозначения можно повторять несколько раз на одном чертеже. Это упростит составление сводки общего количества заклепок по типоразмерам для всей сборки агрегата.



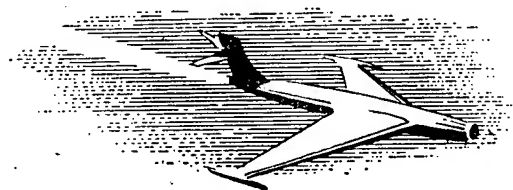
Пример обозначения заклепок на сборочном чертеже.

Направление полета логичнее показывать слева направо, как принято в судостроении, что облегчит увязку крупных чертежей с более мелкими, которые принято вычерчивать правыми.

Для упрощения проектирования оснастки в выпускаемых ОКБ схемах целесообразно указывать от базисной линии координаты точек стыковки всех ответственных агрегатов.

Если ОКБ не пользуется плазово-шаблонным методом, на «входящие» детали рекомендуется изготавливать рабочие чертежи только для плазового цеха серийного завода.

В результате внедрения указанных выше предложений количество серийных сборочных чертежей несколько увеличится, но зато они станут более простыми, «самостоятельными» и удобными для пользования. Это позволит повысить производительность труда конструкторов и копировщиков в ОКБ вдвое, а на серийных заводах — в три-четыре раза.



## В техническую библиотеку

Разослать в цехи и отделы

журнал

АВИАЦИОННАЯ  
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

поступил

№ 6 за 1958 г.

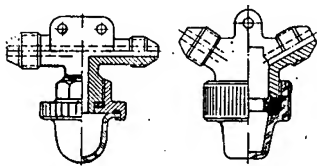
В номере:

## В разделе „Конструирование и расчеты“

Защита самолетных систем статического и полного давлений от влаги. В. П. Дмитриев (стр. 3).

Для обеспечения надежной защиты систем статического и полного давлений от влаги автор рекомендует применять в них трубопроводы с внутренним диаметром 6 мм и с наклоном от ПВД к влагоотстойнику не менее 10—15°.

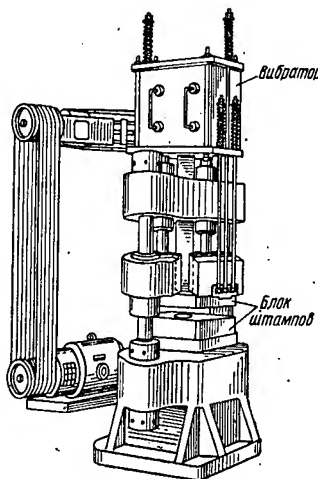
В статье описаны радиационная конструкция влагоотстойника и способы предупреждения попадания влаги в системы во время стоянки самолета на земле.



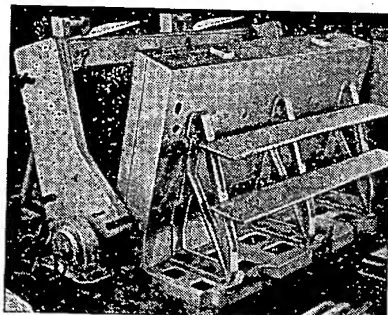
## В разделе „Технология“

Объемное деформирование с применением вибрации. М. Я. Карнов, А. А. Воронин и В. И. Власов (стр. 11).

Применение вибрации при объемном деформировании способствует уменьшению внешнего трения, снижению скорости деформаций и сопротивлению деформированию, повышению точности заготовок и образованию более равномерных макро- и микроструктуры. В статье описана конструкция вибрационного пресса, созданного на одном из заводов, и приведены рекомендуемые режимы деформирования.



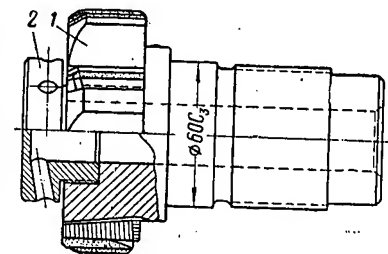
Литье панелей методом выжимания. А. С. Звягин и Е. С. Стебаков (стр. 18).



В № 10 журнала за 1957 г. уже освещался принцип литья методом выжимания (см. стр. 24). В статье описаны результаты проведенного авторами исследования механических свойств крыльев самолета, собранных из панелей, отлитых этим методом из сплава АЛ4.

Комбинированное скоростное растачивание и развертывание глухих глубоких отверстий. А. К. Петров и С. Ф. Сурин (стр. 23).

В статье описан новый метод обработки глухих глубоких отверстий в цилиндрах комбинированным скоростным растачиванием головкой одностороннего резания с последующим развертыванием. Применение этого метода повысило производительность в два-три раза, резко улучшило качество обработки и полностью устранило брак, связанный с уводом оси отверстия и разностенностью.

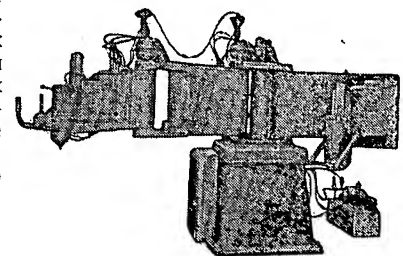


## В разделе „Зарубежная техника“

Новые быстроходные радиально-фрезерные станки для обработки легких сплавов (стр. 103).

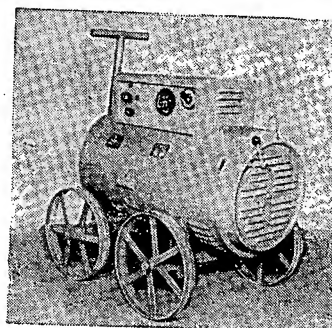
В обзоре по этому вопросу публикуются данные из зарубежной периодической печати о новых быстроходных радиально-фрезерных станках, применяемых для раскроя листовых заготовок в пакете и для фрезерования по контуру и толщине монолитных деталей.

Приводятся сведения о станках с сервомеханизмами подачи фрезерной головки и о станках с дистанционным управлением, позволяющих облегчить работу оператора.



## В разделе „На международных выставках и конференциях“

Сварочная техника в Германской Демократической Республике (стр. 114).



В октябре 1957 г. в г. Галле Палатой техники и Центральным научно-исследовательским институтом сварки (ЦИС) ГДР проведена научно-техническая конференция по сварке. В публикуемом отчете об этой конференции одного из советских делегатов вкратце освещена работа конференции, описано посещение ЦИС и ряда заводов и приводится краткая характеристика производства в ГДР электросварочного оборудования и сварочных материалов.

(Полное содержание см. на обороте)

## СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Стр.

## КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТЫ

- В. П. Дмитриев. Защита самолетных систем статическо-го и полного давлений от влаги . . . . . 3
- В. М. Тендлер. К вопросу о применении компенсаторов в конструкции самолета . . . . . 7
- О. А. Бабичева. Упрощение серийных сборочных чертежей в самолетостроении . . . . . 9

## ТЕХНОЛОГИЯ

- М. Я. Карнов, А. А. Воронин и В. И. Власов. Объемное деформирование с применением вибраций . . . . . 11
- А. С. Звягин и Е. С. Стебаков. Литье панелей методом выжимания . . . . . 18
- А. К. Петров и С. Ф. Сури. Комбинированное скоростное растачивание и развертывание глухих глубоких отверстий . . . . . 23
- В. Н. Шавырин, Л. Б. Масеев, Р. Я. Фискина и Г. Ш. Бродский. Точечная сварка узлов из алюминиевых сплавов с последующим анодированием . . . . . 27
- Я. Я. Вилимовский. Больше внимания созданию специального оборудования для самолетостроительных заводов . . . . . 31
- М. А. Люстров и И. С. Елкин. Сварка стали ЭИ736 . . . . . 38
- Н. Г. Самаров. Сдаточное испытание — неотъемлемая часть процесса изготовления двигателя . . . . . 41
- С. Г. Глазунов, Г. М. Кохова и О. П. Солонина. Термическая обработка титановых сплавов ВТЗ и ВТЗ-1 . . . . . 43

## МАТЕРИАЛЫ

- М. Н. Горбунов, О. В. Попов и М. А. Москалев. Влияние температуры на механические свойства жаропрочных конструкционных материалов . . . . . 47
- М. К. Бадаева, П. П. Багрянцева, Л. В. Кирюхина и Б. В. Харламов. Полиорганосилоксаны как сырье для консистентных смазок . . . . . 50
- Я. Е. Афанасьев, Л. Г. Евтропов и А. И. Колпашиков. Свойства и структура крупных штамповок из высокопрочных магниевых сплавов . . . . . 54

## ОРГАНИЗАЦИЯ И ЭКОНОМИКА ПРОИЗВОДСТВА

- Д. Э. Старик. К вопросу о совершенствовании производственной структуры механических цехов авиадвигателестроительных заводов . . . . . 58

## В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЦЕХАХ И ЗАВОДСКИХ ЛАБОРАТОРИЯХ

- А. И. Иванов и З. Л. Логинский. Из опыта работы экспериментально-технологического цеха . . . . . 61
- В. И. Курченко. Высадка деталей в штампах с электронагревом части заготовки . . . . . 64

## ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

- С. Г. Молочников. Экранирование рентгеновского излучения при работе электронных ламп . . . . . 67
- А. К. Прокофьева. Организация контроля воздушной среды на производстве . . . . . 68
- И. Г. Приблудный, В. Я. Кюммюс и Б. И. Баштан. Электромагнитное блокировочное устройство, обеспечивающее безопасность работы на эксцентриковых прессах . . . . . 69
- Защитное устройство к фрезерным станкам . . . . . 71
- А. Морозов. Вентиляция кабины крановщика в литейном и кузнечном цехах . . . . . —
- З. Кашапов и К. Топоров. Новая пылесосная установка к двустороннему заточному станку . . . . . 72

## ЗАВОДСКИЙ ОПЫТ

- Приспособление для изготовления четырехзаходных крыльчаток на токарном станке. Е. М. Смольянинов . . . . . 74
- Универсальный кондуктор. И. С. Кири . . . . . 75
- Кольца и рамки для крепления деталей из жаропрочных сплавов на магнитных плитах. И. С. Кири . . . . . 76
- Групповые приспособления. П. Г. Беляев . . . . . 77
- Применение сборно-разборных приспособлений. К. П. Самусенко . . . . . 79
- Копировальное приспособление. Ю. М. Иванов . . . . . 80
- Пневмозажим для автоматической подачи прутка. Р. А. Гречищев . . . . . 81
- Опыт применения кругов с графитовым наполнителем. Н. В. Полеценко . . . . . 82
- Метод определения искажений профиля паза при обработке дисковыми фрезами. Н. М. Струнин . . . . . 83
- Универсальные тиски. Г. Б. Капунов . . . . . 84
- Оправка для изготовления трубчатых заклепок на токарном автомате. Б. Л. Смоленский . . . . . 85
- Прибор для измерения переднего угла и шага перьев метчиков. А. М. Кузнецов . . . . . 86
- Полуавтомат для клеймения резцов. Д. Д. Середин . . . . . 87
- Реконструкция шабета ковочного молота. И. Д. Суслин . . . . . 88
- Универсальный блок под падающий молот. А. Н. Ерусланов . . . . . —
- Эжекторная горелка 12ЭГ-1. Н. Г. Шарыгин . . . . . 89
- Галтовочный станок. А. Н. Ерусланов . . . . . —
- Экономия сталей при изготовлении инструмента. В. И. Анисимов . . . . . 90
- Приспособление к пневмодрели. З. С. Нозик . . . . . 91
- Универсальный пневматический кондуктор. М. Н. Грибков . . . . . —
- Опыт точечной сварки стали 12Г2А. В. И. Столбов и Д. Н. Ганелин . . . . . 92
- Автоматическая наплавка шеек валиков и шпинделей. С. П. Беспалов . . . . . 93

## ЗАРУБЕЖНАЯ ТЕХНИКА

- Управляемые снаряды. Е. И. Сухоцкий . . . . . 95
- Спеченный алюминиевый порошок. В. А. Оноприенко . . . . . 98
- Новые быстроходные радиально-фрезерные станки для обработки легких сплавов. А. А. Ливанов . . . . . 103
- Пирокерам . . . . . 110
- Пенометаллические сплавы . . . . . 111
- Хроника . . . . . —

## НА МЕЖДУНАРОДНЫХ ВЫСТАВКАХ И КОНФЕРЕНЦИЯХ

- Сварочная техника в Германской Демократической Республике. Г. А. Маслов . . . . . 114

## ИНФОРМАЦИЯ

- В Научно-исследовательском институте технологии и организации производства . . . . . 121
- Во Всесоюзном научно-исследовательском институте авиационных материалов . . . . . 122
- По страницам заводских многотиражек . . . . . 123
- Из опыта работы БТИ . . . . . 125

## БИБЛИОГРАФИЯ

- Ценное пособие для конструкторов и технологов . . . . . 127
- Книжки и журналы . . . . . 128
- В последних номерах основных машиностроительных журналов . . . . . 130

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

- Нормализовать требования к деталям, подвергаемым химико-термической обработке . . . . . 133
- Больше внимания организации и проведению производственной практики студентов-самолетостроителей . . . . . —
- Уточнить нормы на цветное литье . . . . . 133



# ТЕХНОЛОГИЯ

## Объемное деформирование с применением вибрации\*

М. Я. КАРНОВ, А. А. ВОРОНИН и В. И. ВЛАСОВ

На протяжении ряда лет в научно-исследовательских институтах и на заводах авиационной промышленности ведутся работы по созданию новых видов кузнечно-прессовых машин для производства точных заготовок. Работники завода

сов для обжатия заготовок перед приложением вибрационных нагрузок. Одновременно с созданием вибрационного прессы предложен новый метод объемного деформирования металлов.

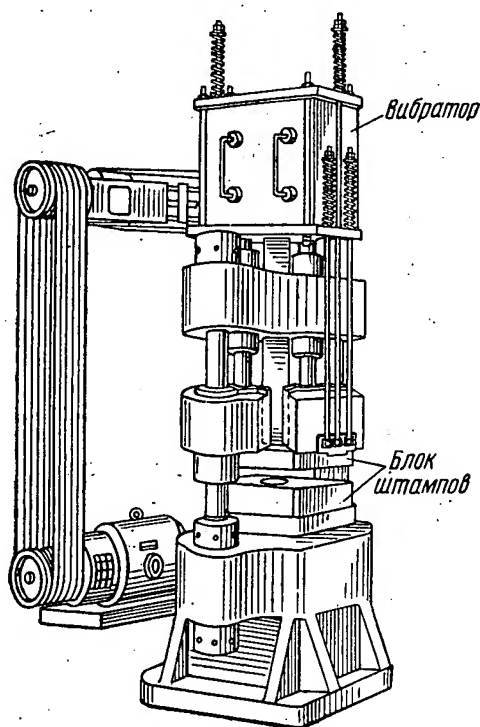
Некоторыми исследователями было замечено, что линейное растяжение металлов при прерывистом (пульсирующем) нагружении видоизменяет кривую деформации. Было также обнаружено, что повторные нагружения вызывают некоторое дополнительное приращение абсолютного удлинения (примерно на 30% больше, чем при обычном нагружении)\*\*. Пластическая деформация образцов (из углеродистых сталей) достигается в этом случае при меньших растягивающих напряжениях. Снижается также удельное давление и увеличивается предельно допустимая степень деформации.

Растяжение повторными циклами нагружений приводит к более равномерной деформации по высоте образца при сохранении почти неизменной пластичности материала.

НИИТ совместно с заводом проведены исследования по изучению процесса деформирования с применением вибрации. На агрегате, имеющемся на заводе, заготовку предварительно обжимали с усилием до 100 т, а затем деформировали быстро следующими друг за другом ударами (до 1500 уд/мин), с небольшими обжатиями за каждый удар. Величина хода штока (ударника вибратора) изменялась в сравнительно больших пределах (от 1 до 25 мм).

В связи с новизной процесса и отсутствием теоретических и практических данных большой интерес представляло изучение влияния частоты и размаха колебаний на сопротивление деформированию, геометрическую форму, точность и состояние поверхности деформируемых образцов, их структуру и механические свойства, влияния предварительного статического давления на деформируемость, а также динамики процессов деформирования металлов.

\*\* Ю. Л. Рождественский. Влияние циклического нагружения на процесс пластического деформирования металла. В сб. «Машины и технологии обработки металлов давлением», Машгиз, 1951.



Фиг. 1. Вибрационный пресс.

спроектировали и изготовили опытный образец вибрационного прессы (фиг. 1) для штамповки точных заготовок лопаток.

Вибрационный пресс существенно отличается от известных кузнечно-прессовых машин как по конструктивной схеме, так и по принципу деформирования. Он объединяет в себе особенности быстрых молотов (динамическое воздействие на деформируемый материал) и гидравлических прес-

\* В экспериментальной части работы принимали участие Б. И. Петров, В. С. Гончаров, А. П. Рогачевский и В. А. Филатов.

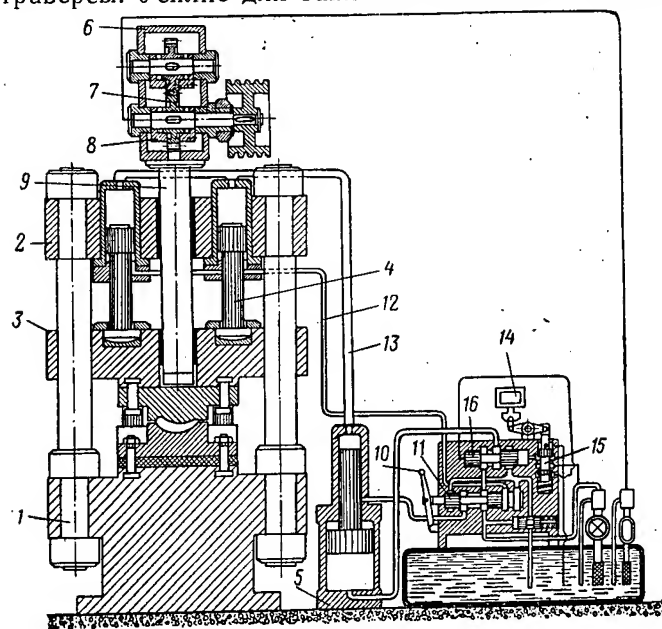
Исследования по изготовлению точных заготовок лопаток методом деформирования с применением вибрации проводились на холодных и нагретых образцах из алюминиевых сплавов ВД17 и АК6, стали 40ХНМА и на цилиндрических образцах из титанового сплава ВТ2 при частоте 400—1250 кол/мин и размахе колебаний 1,5—25 мм. Расширение диапазона частот и размахов колебаний лимитировалось конструкцией вибропресса.

Заготовки цилиндрической и прямоугольной формы деформировались плоскими бойками, заготовки лопаток — в штампах, запрессованных в обоймы и установленных на специальном блоке с электроподогревателем, обеспечивавшим температуру бойков в пределах 400—450° С.

Динамические явления, сопутствовавшие процессу пластической деформации, исследовались с помощью динамометрической аппаратуры, основанной на применении проволочных датчиков сопротивления. Деформация заготовок после каждого виброудара регистрировалась датчиком пути.

### Устройство вибропресса\*

На фиг. 2 показана кинематическая схема вибропресса. На двух колоннах 1 гидравлического пресса смонтированы неподвижная 2 и подвижная 3 траверсы. Усилие для зажима заготовки в штампе



Фиг. 2. Кинематическая схема вибропресса.

1—колонны; 2, 3—траверсы; 4—поршень; 5—мультипликатор; 6—корпус вибратора; 7—зубчатое колесо; 8—дебалансный груз; 9—шток; 10—рукоятка; 11, 15, 16—золотники; 12, 13—маслопроводы; 14—электромагнит.

передается через траверсу 3 поршнями 4 силовых цилиндров, закрепленных в траверсе 2. Масло в цилиндры подается насосной станцией через мультипликатор 5.

В корпусе 6 вибратора имеются четыре вала

\* В. С. Гончаров, Б. И. Петров, А. П. Рогачевский, П. Д. Лаврентьев. Способ горячей штамповки и устройство пресса. «Информационный технический листок НИИТ», 1956, № 43.

с зубчатыми колесами 7 и дебалансными грузами 8. Вибратор приводится в движение электродвигателем постоянного тока мощностью 46 кВт при помощи клиноременной передачи, смонтированной на качающихся кронштейнах.

Вибрационные усилия от вращения зубчатых колес с дебалансными грузами передаются штампу или бойку, закрепленному в блоке, через корпус 6 и шток 9.

На фиг. 2 показан момент, соответствующий концу деформации. В этот момент рукоятка 10 управления золотника находится в левом положении, а подвижная траверса 3 внизу.

При выключении электромагнита 14 выключается фрикционная муфта, реле времени включает электромагнит тормоза и вибратор останавливается. Одновременно с этим открывается отверстие, через которое масло из цилиндра мультипликатора сливается в бак, и поршень мультипликатора перемещается вниз. Рукояткой 10 золотник 11 передвигается вправо. При этом насосная станция передает масло по маслопроводу 12 на поршень 4, который вместе с подвижной траверсой 3 и верхней половиной блока перемещается вверх, освобождая полученную заготовку.

В начале нового цикла золотник 11 рукояткой 10 перемещается влево. Насосная станция по маслопроводу 13 подает масло в силовые цилиндры. Подвижная траверса 3 опускается вниз, при этом включается электромагнит 14. Золотник 15 перемещается вниз, и масло поступает под золотник 16, передвигая его влево. Насосная станция подает масло в большой цилиндр, повышая давление в малом цилиндре до 300 атм. Заготовка зажимается в штампе с усилием 10—100 т. После этого включаются электромагнит и фрикционная муфта вибратора, который и начинает работать. По достижении заданных размеров заготовки вибратор выключается и начинается следующий цикл работы.

Основным узлом вибрационного пресса является четырехосный вибратор шестеренчатого типа с постоянной возмущающей силой, уравновешенной в горизонтальном направлении.

Возмущающая сила в вертикальном направлении определяется по формуле

$$F = \frac{Q_{\varepsilon} \omega^2}{g},$$

где  $Q_{\varepsilon}$  — максимальный момент эксцентриков вибратора, равный 960 кгсм;

$\omega$  — круговая частота, равная 0,104 N (N — число оборотов вибратора в минуту);

$g$  — ускорение силы тяжести (981 см/сек<sup>2</sup>).

При 840 об/мин  $F=7500$  кг, при 1000 об/мин  $F=10300$  кг, при 1100 об/мин  $F=12400$  кг.

На подвижную траверсу, соединенную с пружинами вибратора, действует динамическая реакция пружин, максимальное значение которой определяется по формуле

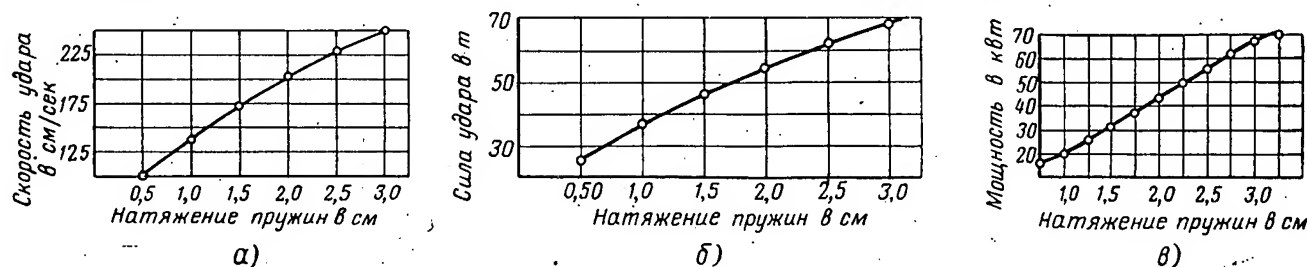
$$R=2C(A_1+A_2),$$

где  $C$  — жесткость пружин в кг/см;

$A_1+A_2$  — амплитуды колебаний в см.

Если вибратор имеет четыре пружины, то  $C = 960 \text{ кг/см}$ . Максимальное значение амплитуды колебания вибратора  $A_1 = 16 \text{ мм}$ , а подвижной траверсы  $A_2 = 1,6 \text{ мм}$ . Следовательно, максимальная реакция пружин, действующая на подвижную траверсу,  $R = 960 \times 2(1,6 + 0,16) \approx 3,3 \text{ т}$ , что составляет

половину блока воздействует на деформируемый образец. Под действием возмущающей силы  $F$  она получает направленные колебания, размах которых постепенно возрастает. Вибромасса начинает совершать периодические движения, завершаемые ударами, направленными вниз. Отскакивание виб-



Фиг. 3. Влияние натяжения пружин:

а—на скорость удара; б—силу удара; в—потребляемую мощность.

3,3% максимального усилия статического прижима.

Скорость в момент удара, сила удара и мощность, потребляемая вибропрессом, зависят от натяжения пружин и могут быть определены по фиг. 3.

При отсутствии пружин, когда вибратор свободно движется, скорость удара

$$v = \frac{2\pi ng}{(1 + R_b)\omega},$$

где  $n$  — отношение числа оборотов зубчатых колес вибратора к частоте колебаний ( $n=1$ );

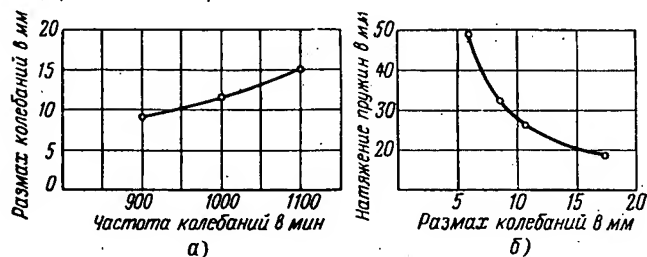
$R_b$  — коэффициент восстановления ( $R_b < 1$ );

$\omega$  — круговая частота (100 сек.<sup>-1</sup>).

В данном случае  $v = 44 \text{ см/сек}$ , т. е. примерно в четыре раза меньше, чем с пружинами.

Отсюда следует, что работа вибропресса при отсутствии пружин не будет эффективной.

На работу вибропресса существенное влияние оказывают частота и размах колебаний. Разная



Фиг. 4. Зависимость размаха колебаний:

а—от частоты колебаний; б—от натяжения пружин.

частота колебаний достигается изменением числа оборотов ведущего вала вибратора.

Величина размаха колебаний главным образом зависит от натяжения пружин, частоты колебаний, угла между дебалансными грузами и веса подвижных соударяющихся частей.

Так, например, с ростом частоты колебаний растет и размах (фиг. 4, а), а с увеличением затяжки пружин размах уменьшается (фиг. 4, б).

Вибромасса через шток вибратора и верхнюю по-

ромассы вверх после удара вызывает натяжение пружин, в которых аккумулируется дополнительная энергия, переходящая в ударно-вибрационную.

Величина подсакивания инструмента у вибропресса значительно больше амплитуд вибрационных машин, что объясняется наличием ударных импульсов.

Величина ударного импульса прямо пропорциональна частоте  $W$ , жесткости пружин  $C$  и величине  $\frac{F}{m\omega^2}$ , где  $m$  — вес подвижных частей\*.

Очевидно, что с уменьшением веса подвижных частей сила удара возрастает. Поэтому при расчете вибропресса выгоднее увеличивать жесткость пружин и уменьшать вес вибромассы.

#### Исследование работы вибропресса \*\* и эффективности деформирования на нем

Значительный интерес представляет изучение колебаний отдельных узлов вибропресса, фундамента и грунта и влияние их на близрасположенное оборудование.

Установлено, что амплитуда колебаний вибратора более чем в 10 раз превосходит амплитуду колебаний подвижной траверсы и в 15—20 раз — амплитуду колебаний стола (фундамента) вибропресса. Практически колебания фундамента и подвижной траверсы не оказывают существенного влияния на условия деформирования. Однако при частоте вибратора 1000 кол/мин амплитуда колебаний фундамента весьма значительна и равна 0,6 мм. В связи с этим все элементы вибропресса должны быть повышенной прочности.

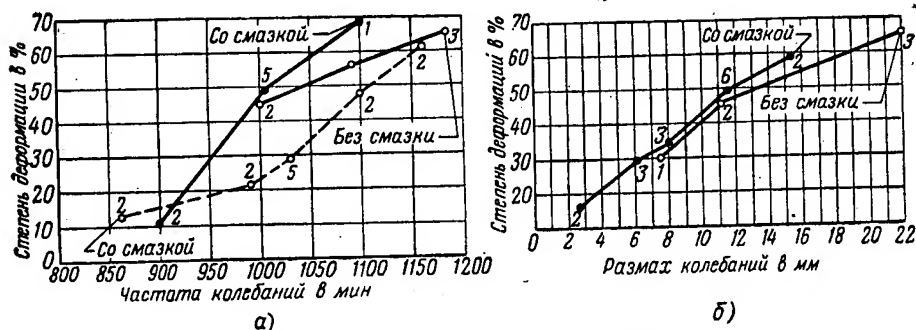
Амплитуда колебаний подвижной траверсы примерно в полтора—два раза больше амплитуды колебаний стола (фундамента). Поэтому тяги под пружины вибратора целесообразно было бы крепить к неподвижной траверсе вибропресса. Наи-

\* С. А. Цаплицин. Виброударные механизмы. Автотранс. издат, 1953.

\*\* Д. Д. Баркан, О. Я. Шехтер. Технический отчет по результатам обследования работы вибропресса, НИИОСП Академии строительства и архитектуры СССР, 1955.



большая амплитуда колебания грунта на расстоянии 1,7—2,0 м от оси фундамента (размеры его в плане 3×3 м) при частоте вибратора 1100 кол/мин составляет 0,33—0,45 мм. Колебания грунта в более отдаленных от вибропресса точках (8—20 м) настолько малы, что их не удалось зарегистрировать вибрографом Гейгера, точность показаний которого



Фиг. 5. Зависимость степени деформации:

а—от частоты колебаний; б—от размаха колебаний.  
Цифры на кривых показывают количество образцов.

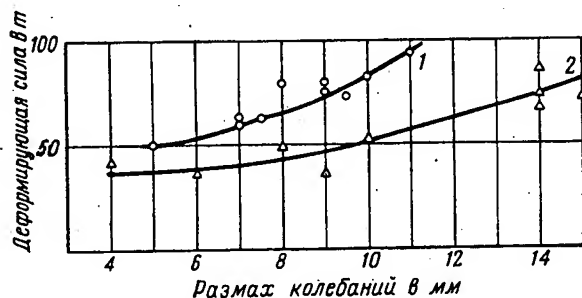
составляет 0,01—0,005 мм. Колебания, распространяемые от фундаментов под штамповочными молотами, имеют значительно большие амплитуды.

Технологические параметры вибропресса. Экспериментально установлено, что с ростом как частоты, так и размаха колебаний степень деформации повышается (фиг. 5).

После деформирования между плоскими бойками торцовые и боковые поверхности заготовок приобретают выпуклую форму. Эта выпуклость с ростом частоты колебаний уменьшается. Увеличение же размаха колебаний отрицательно сказывается на точности заготовок.

С увеличением частоты и размаха колебаний твердость холоднодеформированных образцов возрастает.

Так, например, для стали 40ХНМА при степени деформации 37%, размахе 16—18 мм и частоте 730—780 кол/мин твердость  $R_c=28$ , а при частоте



Фиг. 6. Зависимость деформирующей силы от размаха и частоты колебаний.

1—820—990 кол/мин; 2—400—450 кол/мин.

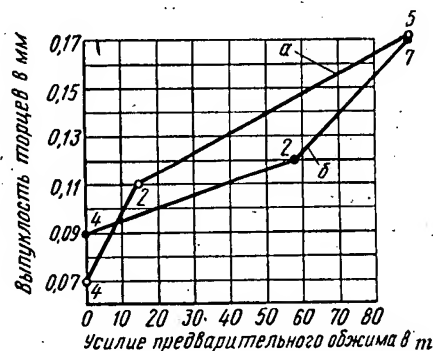
1200—1250 кол/мин твердость  $R_c=30$ . С уменьшением степени деформации разница в твердости уменьшается, при увеличении размаха колебаний с 8—9 мм до 15—19 мм твердость соответственно повышается на 2—3 единицы.

Деформирующая сила. Повышение частоты колебаний ( $\omega$ ) штока вибросистемы увеличивает деформирующую силу. Характер такой зависимости для данной конструкции вибропресса установлен экспериментальным путем с помощью описанной ранее измерительной аппаратуры.

На фиг. 6 показано влияние размаха и частоты колебаний на деформирующую силу. С ростом частоты колебаний (при постоянном размахе) в два раза деформирующая сила возрастает более чем в полтора раза.

Влияние предварительного обжатия на точность деформированных образцов. Исследование выполнялось при различных режимах работы вибропресса. Статическое усилие менялось в пределах 10—100 т; частота: 800—1250 кол/мин, размах колебаний 2—17 мм. Деформирование проводилось в две стадии: статическая деформация под действием гидравлического прижима и динамическая — от вибрации. Кривые, приведенные на фиг. 7, показывают увеличение выпуклости торцов с ростом статического давления.

Указанная закономерность наблюдается при осадке образцов из различных материалов. Деформиру-



Фиг. 7. Влияние предварительного обжатия на выпуклость торцов деформируемых образцов из сплава ВД17.

а—25×10 мм; б—25×20 мм.

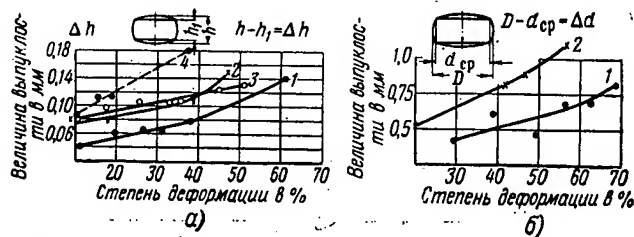
Цифры на кривых показывают количество образцов.

вание с применением вибрации по сравнению с деформированием на другом оборудовании уменьшает выпуклость торцов до 50% и выпуклость боковой поверхности до 60% (фиг. 8).

Увеличение статического давления неблагоприятно сказывается на процессе деформации. Образец, который предварительно осаживался на вибропрессе с усилием  $P_{ст}=12,5$  т, может быть в большей степени деформирован при значительно меньшей деформирующей силе, чем образец с предварительной осадкой  $P_{ст}=90$  т.

Таким образом, для достижения данной степени деформации деформирующая сила будет тем больше, чем больше  $P_{ст}$ .

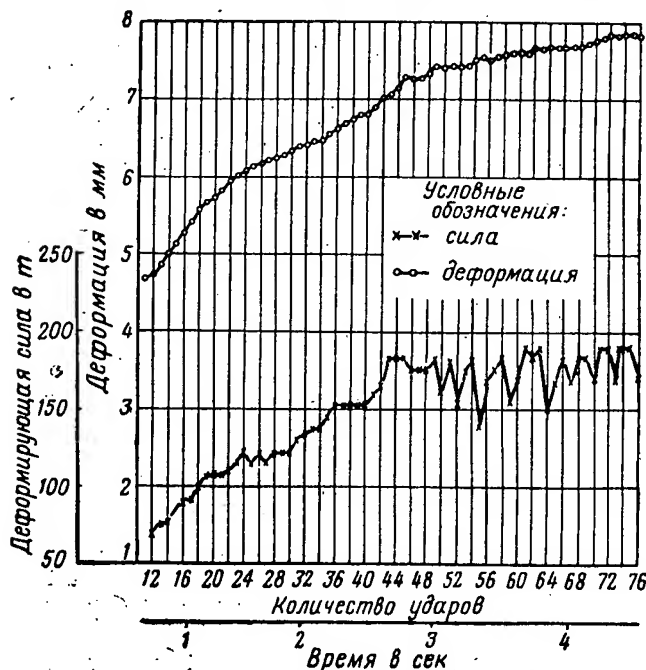
Время деформирования. Одновременно с изучением ряда технологических параметров исследовалось влияние времени деформирования на степень деформации.



Фиг. 8. Влияние условий деформирования и степени деформации:

а—на выпуклость торцев; б—выпуклость боковой поверхности. 1—осадка на вибропрессе, со смазкой; 2—на чеканочном прессе, со смазкой; 3—на вибропрессе, без смазки; 4—на чеканочном прессе, без смазки.

На фиг. 9 приведены кривые зависимостей деформация—время; усилие—время. Из графиков следует, что у стали 40ХНМА основная деформация совершается за 1,5—2,5 сек., причем степень деформации составляет 40—50%, а при осадке образцов из сплава ВД17 за 1—2 сек. степень деформации достигает примерно 50% и более (фиг. 10).



Фиг. 9. График зависимостей деформация—время и усилие—время.

Из фиг. 9 и 10 видно, что по достижении определенной степени деформации, будь то сталь или алюминиевый сплав, дальнейшее увеличение времени деформирования не способствует повышению степени деформации.

Скорость деформации  $v_{д.т}$  вычислялась по формуле

$$v_{д.т} = \frac{F_{т.т}}{t},$$

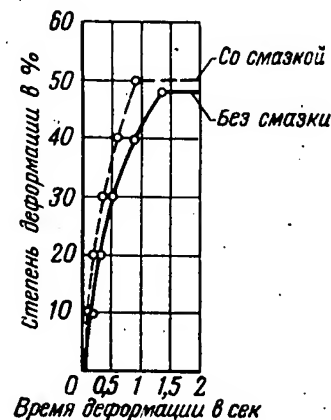
где  $F_{т.т}$  — площадь образца перед ударом в мм<sup>2</sup>;  $h_{т.т}$  — изменение высоты образца за удар в мм;  $t$  — время одного удара в сек.

Средняя скорость деформации при статическом нагружении в несколько раз выше, чем при вибрационных нагрузках. Скорости деформации на чеканочном прессе в еще большей степени выше, чем на вибрационном.

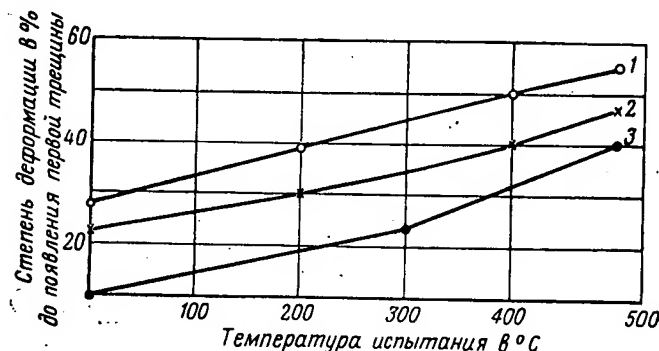
Пластичность материалов при осадке на вибропрессе. Для изучения ее был выбран наиболее простой способ — свободная осадка между двумя плоскими бойками до появления первой трещины. При осадке образцов из сплава ВД17 в холодном состоянии, без смазки достигнута степень деформации 67% без признаков разрушения; такой же образец, осаживаемый в подобных условиях на механическом штамповочном прессе, имел сквозные трещины при степени деформации 54%. Аналогичная картина наблюдалась и при осадке образцов из сплава АК6.

Образцы из сплава ВТ2 перед осадкой нагревали до различных температур (от 100 до 500°С, с интервалом 100°С). Температура нагрева бойков колебалась от 20 до 380°С, в зависимости от температуры деформируемых образцов.

Режимы работы вибропресса при осадке следующие: частота 940—1100 кол/мин, размах колебаний 4—11 мм, время деформации 2,5—20 сек.



Фиг. 10. Зависимость степени деформации от времени деформирования.



Фиг. 11. Диаграмма пластичности сплава титана ВТ2 при деформировании.

1—на вибропрессе; 2—на чеканочном прессе; 3—на молоте.

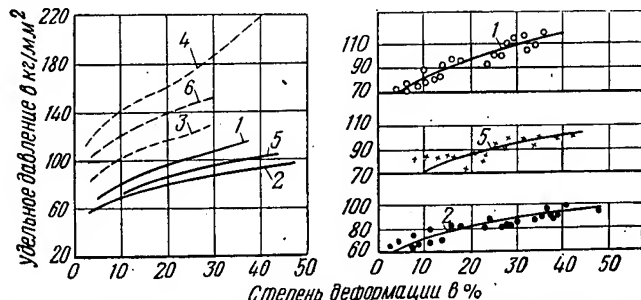
На фиг. 11 приведена диаграмма пластичности сплава ВТ2 при деформировании на различном оборудовании.\*

Удельные давления. На фиг. 12 показаны кривые зависимости удельных давлений (даны средние значения) от степени деформации при осад-

\* Для построения кривых 2 и 3 использованы данные Л. А. Никольского (Технический отчет НИИТ, 1956)

ке образцов из стали 40ХНМА на различном оборудовании.

Анализ кривых при осадке на вибропрессе (1, 2, 5) показывает, что характер их изменения имеет



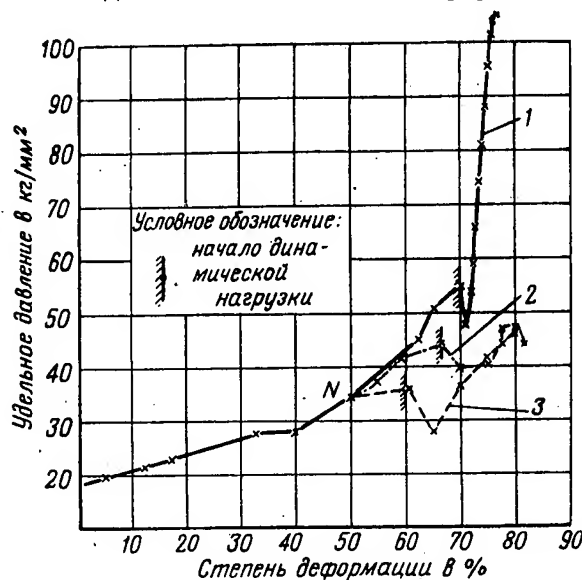
Фиг. 12. Кривые удельных давлений при деформировании стали 40ХНМА.

1, 2, 5—на вибродвижном прессе (1050—1200, 1020—1050 и 965—990 кол/мин соответственно); 3, 4, 6—на гидравлическом прессе (Л. А. Шофман) \*.

примерно ту же закономерность, что и при осадке на гидравлическом и чеканочном прессах (кривые 3, 4 и 6). Однако абсолютные значения удельных давлений значительно меньше. Обращает на себя внимание одна особенность — при быстром увеличении размаха колебаний возрастает удельное давление.

При деформировании алюминиевых сплавов сохраняется тот же характер изменения удельных давлений.

На фиг. 13 представлены кривые изменения удельного давления и степени деформации при



Фиг. 13. Зависимость удельного давления и степени деформации от  $P_{ст}$ .

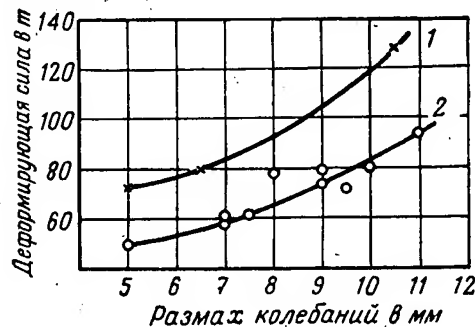
1— $P_{ст}=90$  т,  $W=960-1000$  уд/мин,  $A=13$  мм; 2— $P_{ст}=70$  т,  $W=990-1000$  уд/мин;  $A=11$  мм; 3— $P_{ст}=45$  т,  $W=970-990$  уд/мин,  $A=8$  мм.

осадке образцов из сплава ВД17 на вибропрессе. На каждой кривой указано начало деформирования под воздействием вибрационной нагрузки.

\* Л. А. Шофман. Новые исследования в области кузнечной технологии, Машгиз, 1950.

Удельное давление меньше там, где динамическая (вибрационная) нагрузка включается при меньших значениях  $P_{ст}$ . Следовательно, замена статического давления динамическим способствует снижению удельных давлений при разных степенях деформации.

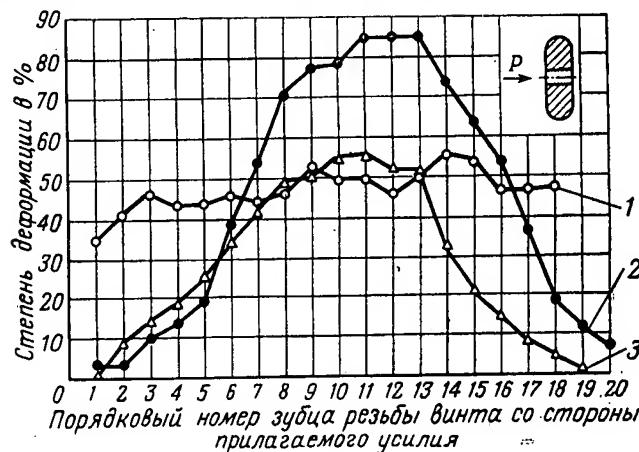
При деформировании «чистой» вибрацией усилие передается штоком вибратора непосредственно на заготовку и деформирующая сила полностью используется на деформацию металла (если пренебречь трением).



Фиг. 14. Влияние режима работы вибропресса на деформирующую силу.

1—940—990 кол/мин («чистая» вибрация); 2—820—990 кол/мин (статико-вибрационный режим  $P_{ст}=12,5$  т).

Так, при осадке образцов из сплава ВД17 в условиях статико-вибрационного режима до 50% деформирующей силы затрачивается на упругую деформацию и перемещение траверсы (фиг. 14).



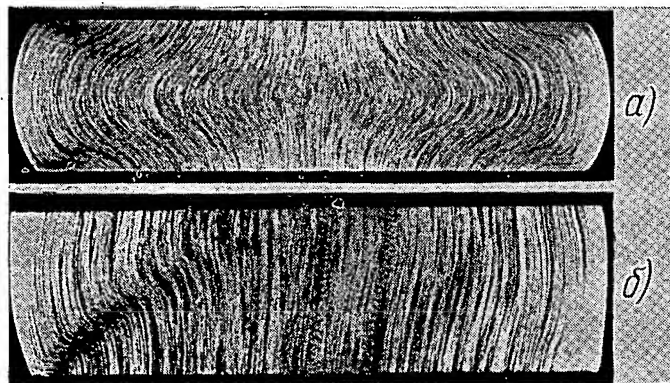
Фиг. 15. Распределение фактических степеней деформации при горячей осадке со смазкой образцов из сплава ВД17 на различном оборудовании.

1—вибропресс (1044 уд/мин); 2—механический штамповочный пресс (1300 т); 3—гидропресс (20 т).

Неравномерность деформации. Характер распределения степеней деформации по высоте образцов, осаживаемых на различном оборудовании, показан на фиг. 15.

Как видно, величина деформации уменьшается от центра образца к поверхности. При осадке вибрационным методом наблюдается более равномерное распределение деформации по высоте образца.

Это подтверждается макро- и микроструктурами деформированных образцов. На фиг. 16 показаны макроструктуры образцов из сплава АК6, осажденных на гидравлическом и вибропрессах.

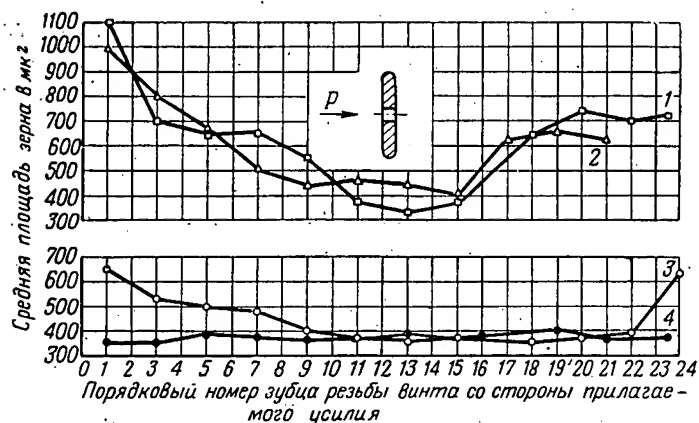


Фиг. 16. Макроструктура образца из сплава АК6.

а—осаженного на гидравлическом прессе; б—на вибропрессе.

На фиг. 17 приведены кривые, показывающие, что при деформировании «чистой» вибрацией зерно по высоте образца почти однородно, а на фиг. 18 — микроструктуры деформированных образцов.

При деформировании вибрацией твердость по высоте образца также распределяется более рав-



Фиг. 17. Распределение величины зерна по высоте образцов из сплава АК6 после холодной осадки на различном оборудовании.

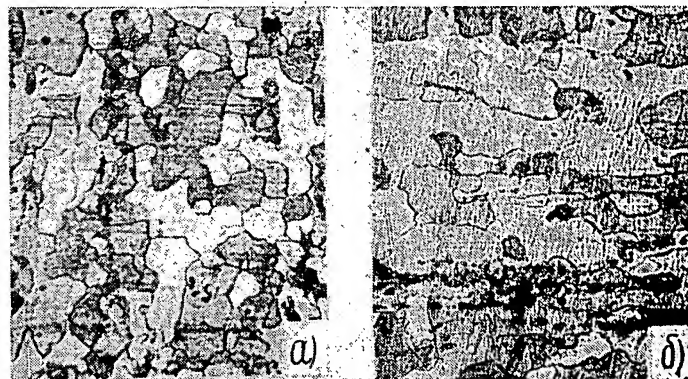
1—механический штамповочный пресс, без смазки,  $\epsilon=28\%$ ; 2—гидропресс, со смазкой,  $\epsilon=28\%$ ; 3—вибропресс («чистая» вибрация), без смазки,  $\epsilon=30\%$ ; 4—то же, со смазкой,  $\epsilon=37\%$ .

номерно (фиг. 19), чем при деформировании на механическом и гидравлическом прессах.

Ориентируясь на рассмотренную конструкцию вибропресса, можно рекомендовать следующие режимы деформирования (см. таблицу).

#### Рекомендуемые режимы деформирования

Материал	Площадь заготовки в $\text{см}^2$	Режимы работы вибропресса				
		частота колебаний в минуту	размах колебаний в мм	статическое усилие прижима в т	натяжение пружин в мм	
Сталь 40ХНМА	~5	1000—1150	6—12	20	30—50	
Сплав ВД17	~5	950—1050	3—8	12		
Сплав АК6	~20	1100—1180	8—14	20		



Фиг. 18. Микроструктура образца.

а—осаженного на вибропрессе; б—на гидравлическом прессе.



Фиг. 19. Распределение твердости на поверхности образцов из сплава АК6.

1—на механическом штамповочном прессе,  $\epsilon=64\%$ ; 2—осаженных на вибропрессе,  $\epsilon=61\%$ .

#### Выводы

Вибрационный метод деформирования имеет ряд преимуществ перед другими, и поэтому является весьма перспективным. Благодаря лучшим условиям деформирования уменьшается внешнее трение (до 30—60%), снижается сопротивление деформированию, удельное давление (в полтора-два раза), повышается пластичность (до 25—40%) и точность заготовок (до 15—50%).

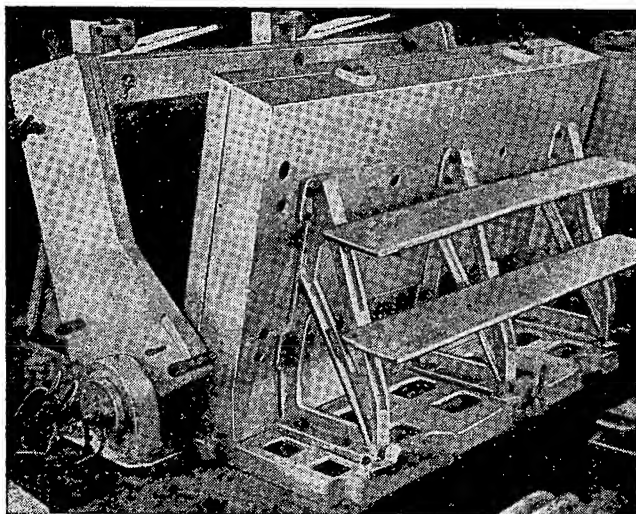
Более равномерное распределение деформации вызывает образование более равномерных макро- и микроструктур и механических свойств деформированных образцов.

Снижение деформирующей силы позволит использовать более простое и с меньшей мощностью оборудование, чем применяемые в настоящее время кузнечно-прессовые машины.

## Литье панелей методом выжимания

А. С. ЗВЯГИН и Е. С. СТЕБАКОВ

### *Исследование механических свойств крыльев, собранных из таких панелей*



Литейно-выжимная машина.

**В** последние годы проводятся большие работы по получению крупногабаритных тонкостенных ребристых деталей панельного типа. Принцип изготовления панелей методом литья выжиманием был изложен ранее\*. В настоящей статье более подробно описана технология литья.

Литейно-выжимная машина (фигура в начале статьи и фиг. 1) для литья тонкостенных панелей состоит из двух матриц, соединенных внизу осью. Одна из них (подвижная) отклоняется от другой (неподвижной) под углом  $30^\circ$ . С внутренней стороны подвижной матрицы устанавливается чугунная форма, оформляющая при литье наружный контур панели; с внутренней стороны неподвижной матрицы помещается песчаный стержень, оформляющий ребристую сторону детали. При сближении матриц с заданной угловой скоростью металл выжимается вверх и заполняет форму. Избыток его вместе с загрязнениями выносится за пределы отливки.

Кристаллизующиеся на стенках формы слои металла непрерывно питаются движущейся жидкой фазой, что исключает образование усадочных пустот и, следовательно, обеспечивает достаточную плотность отливки.

Работа по литью панелей выжиманием проводилась вначале со сплавами АЛ2, АЛ4 и АЛ9. Поскольку все три сплава вели себя примерно одинаково, было решено в дальнейшем работать только со сплавом АЛ4, имеющим более высокие механические свойства, чем сплавы АЛ2 и АЛ9.

Кристаллизация сплава АЛ4 в условиях литья методом выжимания. На механические свойства отливки большое влияние оказывает характер кристаллизации сплава (известно, что лучшие прочностные свойства имеют плотные отливки с равноосными мелкими кристаллами).

В зависимости от скорости охлаждения у одного и того же сплава можно получить различную структуру:

а) при очень малой скорости охлаждения макроструктура отливки обычно представляет собой крупные равноосные зерна; зоны столбчатых кристаллов отсутствуют;

б) при повышении скорости охлаждения появляются зоны столбчатых кристаллов, при этом чем больше скорость охлаждения отливки, тем большую область они занимают. Нередки случаи, когда все сечение отливки состоит из таких кристаллов (транскристаллическое строение);

в) при очень большой скорости охлаждения (тонкостенное литье в металлические холодные формы) образуются равноосные зерна, но в отличие от получающихся при медленном охлаждении они очень мелкие.

Сплавы с небольшим интервалом температур кристаллизации более склонны к образованию столбчатых кристаллов, чем сплавы, кристаллизующиеся в широком интервале температур.

Приведенные положения верны, если сплав охлаждается в практически неподвижном состоянии, т. е. после заполнения формы. В движущемся металле кристаллизация происходит иначе. Если в первом случае столбчатые кристаллы образуются в направлении, перпендикулярном поверхности охлаждения, то при кристаллизации в потоке, движущемся с малой скоростью относительно кристаллизующегося слоя, столбчатые кристаллы наклонены в сторону движения потока. При увеличении скорости движения вместо столбчатых кристаллов образуются мелкие, равноосные. Необходимо, однако, отметить, что такой характер кристаллизации в потоке возможен для форм, не изменяющих своих размеров в процессе литья.

При литье методом выжимания кристаллизация идет при непрерывно уменьшающемся сечении формы до момента, когда подвижная матрица из углового положения перейдет в положение, практически параллельное неподвижной матрице.

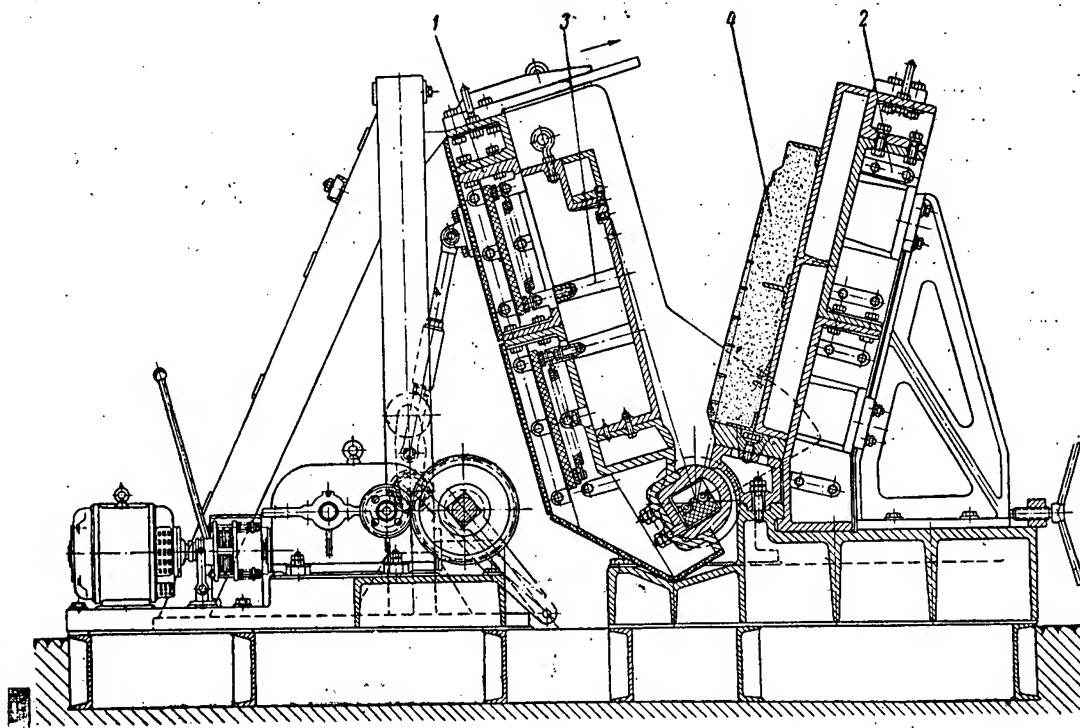
Движущийся (выжимаемый) вверх металл, соприкасаясь со стенками формы, кристаллизуется на них, образуя корку. Характер кристаллизации зависит от температурного градиента между металлом и формой и от скорости потока.

\* См. «Авиационная промышленность», 1957, № 10.



Разница в температурах между металлом и формой сказывается только в тот момент, когда сплав приходит в соприкосновение с формой; в дальнейшем главную роль играет скорость потока металла,

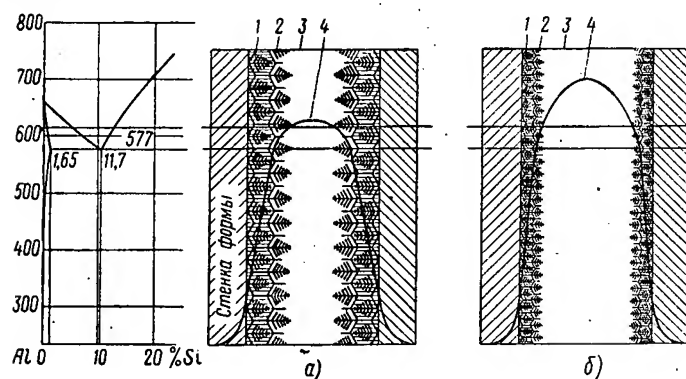
тем больше температурный градиент в зоне кристаллизации и тоньше твердая и переходная зоны (за счет более интенсивного подвода тепла). Вследствие этого создаются более благоприятные



Фиг. 1. Литейно-выжимная машина для литья тонкостенных панелей размером до  $2200 \times 1200$  мм.  
1—подвижная матрица; 2—неподвижная матрица; 3—чугунная форма; 4—песчаный стержень.

так как именно она определяет температурный градиент между жидкой фазой и слоем затвердевшего на стенках формы металла.

условия для компенсации усадки твердой фазы жидкой, а также для получения мелкокристаллической структуры сплава. Однако создание потока большой скорости ограничивается требованием, чтобы поток был ламинарным и не переходил в турбулентный (для сплава АЛ4 это критическое значение составляет  $1,8$  м/сек), так как из-за возникаю-

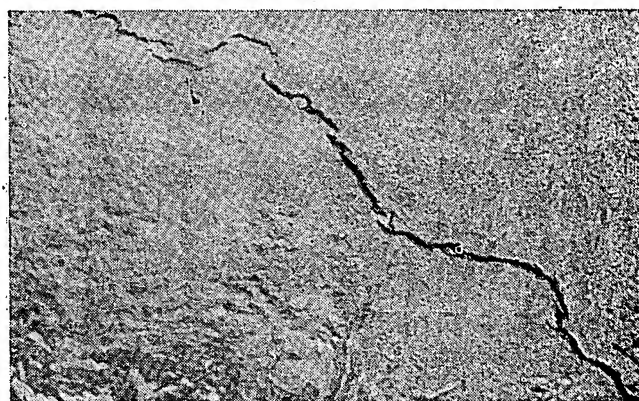


Фиг. 2. Распределение температур по сечению отливки в зависимости от скорости потока в форме.

а—медленная заливка, б—быстрая заливка.  
1—твердый сплав; 2—твердый и жидкий сплав; 3—жидкий сплав; 4—кривая распределения температур.

В процессе кристаллизации образуются три зоны: на стенке формы — твердая корка, с ней граничит зона загустевшего сплава, затем идет жидкая фаза.

Наличие широкой промежуточной зоны затрудняет питание твердой фазы. Из кривых, приведенных на фиг. 2, видно, что чем больше скорость по-

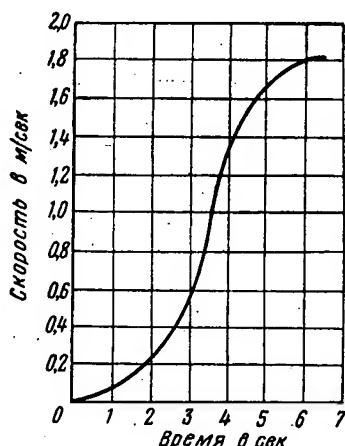


Фиг. 3. Волнистая поверхность и динамические разрывы в теле отливки.

щих в этом случае мощных завихрений поверхность отливки получается волнистой и возникают динамические разрывы (фиг. 3). Необходимо также под-

держивать металл в поджатом состоянии, особенно в конце процесса. Кривая изменения скорости потока при литье методом выжимания должна быть такой, как на фиг. 4, что обеспечивается соответствующей конструкцией механизма закрывания литейно-выжимной машины.

Описанный характер кристаллизации хорошо иллюстрируется макроструктурами отливок (фиг. 5). Ясно видны первичные корки, образовавшиеся на стенках панели в первый момент кристаллизации и состоящие из равноосных, очень мелких кристаллов. Дальнейшее формирование структуры (между корками) протекает в узком слое в условиях поджатого потока, и поэтому кристаллы здесь образуются также достаточно мелкие и равноосные. Несмотря на то, что одна сторона отливки кристаллизуется на металлической матрице, а другая — на песчаном стержне, заметной разницы как в толщине корок,

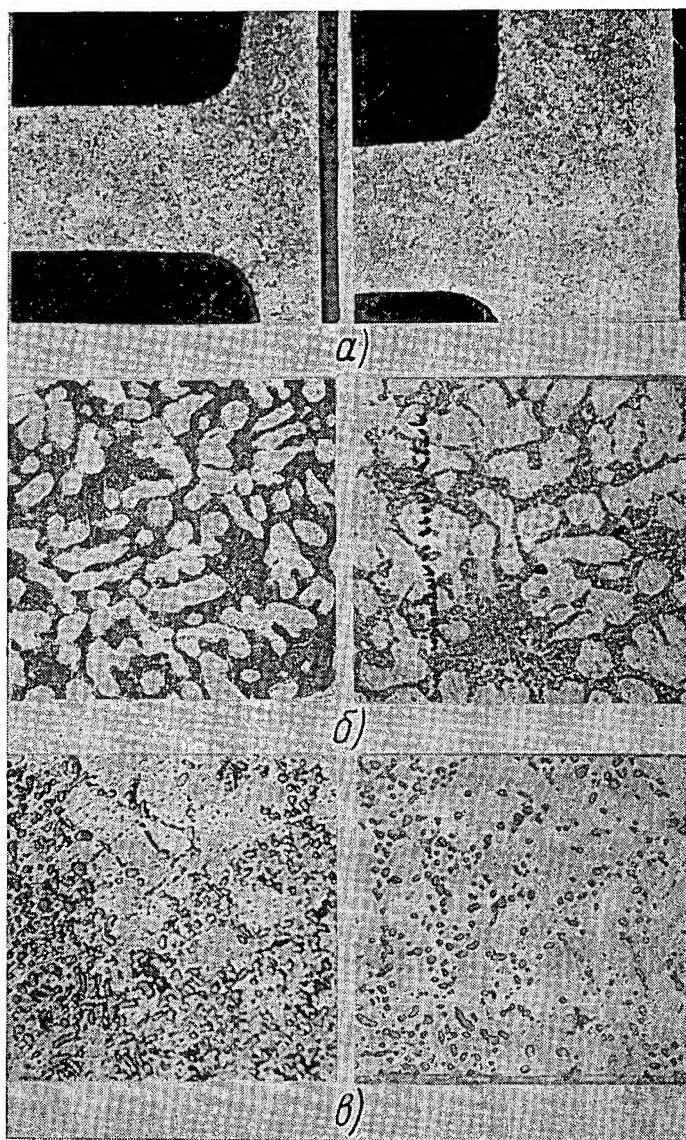


Фиг. 4. Кривая изменения скорости потока при литье методом выжимания панелей крыла из сплава АЛ4.

так и в характере структуры между ними не наблюдается. Это достигается за счет подогрева металлической матрицы до 180—200°С и малого времени процесса формирования отливки. (Время закрывания машины составляет в данном случае всего 6 сек., а максимальная скорость потока металла равна примерно 1,5 м/сек). Пористость отливок обычно не выходит за пределы первого балла пористости шкалы ВИАМ. На фиг. 5 показаны также микроструктуры, характеризующие качество материала.

Углубления в форме, соответствующие ребрам отливки, заполняются металлом уже после того, как жидкий сплав поднимается выше них, т. е. когда в потоке создается статическое давление, преодолевающее сопротивление воздуха, находящегося в незаполненном сплавом пространстве. Таким образом, в углубления поступает чистый металл из зоны, расположенной ниже загрязненного окислами уровня потока. Нарастание кристаллов происходит за счет поджатого потока металла. Литые ребра получаются чистыми и плотными с мелкокристаллической структурой.

При наличии утолщенных ребер и бобышек около них необходимо ставить холодильники, иначе образуются утяжины и рыхлоты. Поэтому в конструкциях панелей желательно по возможности избегать массивных бобышек и других особо утолщенных элементов, а ребра проектировать с толщиной, примерно равной толщине стенки панели.



Фиг. 5. Макро- (X6) и микроструктуры (X300) материала панелей, отлитых из сплава АЛ4 с различной толщиной стенки (1,5 и 4 мм).

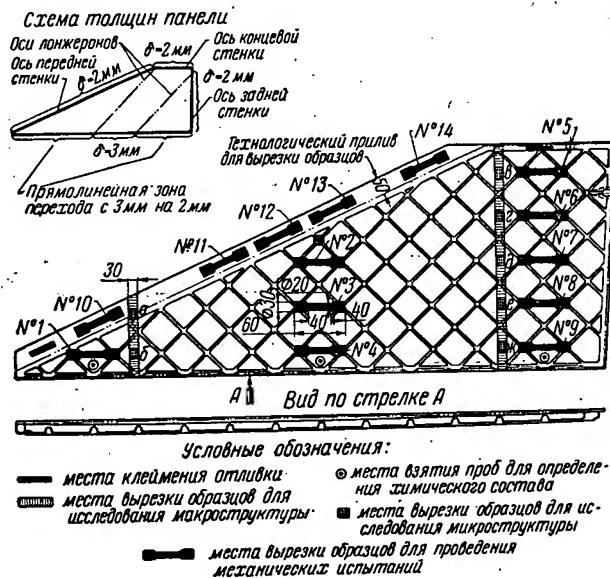
В левой колонке толщина стенки 1,4 мм, в правой — 4,0 мм. а — макроструктура; б — микроструктура до термической обработки; в — после термической обработки.

Исследование механических свойств панелей, отлитых методом выжимания. Схема вырезки образцов из панели для проведения испытаний приведена на фиг. 6.

Все исследованные панели крыла показали вполне удовлетворительные механические свойства с небольшим колебанием предела прочности и отно-

сительного удлинения как между отдельными панелями, так и в пределах каждой панели. В табл. 1 приведены механические свойства образцов, вырезанных из отливок, и отдельно отлитых образцов.

Согласно требованиям нормали МАП АМТУ 300—50 отдельно отлитые образцы сплава АЛ4Т6 должны иметь предел прочности не менее 23 кг/мм<sup>2</sup> и относительное удлинение не менее 3%. Плоские образцы, вырезанные из деталей, должны иметь предел прочности не менее 17,2 кг/мм<sup>2</sup> и относительное удлинение не менее 1%. Этим требованиям вполне удовлетворяют образцы, вырезанные из панелей. Механические свойства разных панелей и в пределах одной панели колеблются в общем не очень резко. Наблюдающиеся исключения также не



Фиг. 6. Схема вырезки образцов из панелей крыла для различных видов исследования.

выходят за пределы технических условий. Образцы № 10, 11, 12, 13 и 14 (см. фиг. 6), вырезанные из технологического припуска, по своим механическим свойствам более близки к панели, чем отдельно отлитые образцы. По последним можно судить только о качестве сплава.

Относительно высокие механические свойства панелей, отлитых методом выжимания, объясняются отсутствием рыхлот и структурой в виде мелких равноосных кристаллов.

Испытание крыльев, собранных из литых панелей. Крыло спроектировано таким образом, что оно собирается из двух литых панелей, каждая из которых является отраженным видом другой. Толщина стенки уменьшается по размаху крыла от 3 до 2 мм.

Панели соединяют болтами (через отверстия в бышках) и проклепывают по контуру (что, как показали эксперименты, может быть заменено точечной или роликовой сваркой). Сборка ведется без ступеней.

Таблица 1

Механические свойства вырезанных из панелей и отдельно отлитых образцов после термообработки по режиму Т-6

№ плавки	№ панели	№ образца (по фиг. 6)	Образцы, вырезанные из панелей			Отдельно отлитые образцы	
			предел прочности в кг/мм <sup>2</sup>	предел текучести в кг/мм <sup>2</sup>	относительное удлинение в %	предел прочности в кг/мм <sup>2</sup>	относительное удлинение в %
32	43	1	23,2	19,0	4,5	24,8	0,8
		2	20,6	17,3	1,7	25,4	2,2
		3	25,0	19,3	4,0	25,9	3,3
		4	22,6	18,6	3,1	—	—
		5	23,1	18,4	5,4	—	—
		6	22,9	19,0	3,7	—	—
		7	25,3	20,0	3,7	—	—
		8	24,2	19,0	6,7	—	—
		9	23,0	18,9	3,7	—	—
		10	23,2	17,5	4,0	—	—
		11	23,5	18,3	3,6	—	—
		12	24,8	19,9	5,0	—	—
		13	23,9	19,5	5,6	—	—
		14	23,3	18,3	4,0	—	—
33	45	1	22,7	—	4,4	24,2	3,1
		2	22,5	—	4,7	23,2	3,1
		3	22,2	—	4,4	24,5	2,5
		4	20,6	—	3,4	—	—
		5	22,0	—	5,6	—	—
		6	21,9	—	4,2	—	—
		7	21,8	—	3,8	—	—
		8	20,0	—	3,2	—	—
		9	28,5	—	2,5	—	—
		10	20,0	—	2,9	—	—
		11	23,3	—	5,0	—	—
		12	20,5	—	3,0	—	—
		13	24,2	—	5,4	—	—
		14	16,5	—	2,4	—	—
34	47	1	20,6	—	1,4	25,2	1,3
		2	22,2	—	2,0	26,0	2,3
		3	22,3	—	0,5	25,8	2,8
		4	24,6	—	5,0	—	—
		5	24,3	—	3,7	—	—
		6	23,0	—	3,5	—	—
		7	17,7	—	5,0	—	—
		8	21,8	—	2,0	—	—
		9	23,3	—	2,5	—	—
		10	19,6	—	0,8	—	—
		11	21,8	—	2,2	—	—
		12	25,0	—	4,0	—	—
		13	21,0	—	0,6	—	—
		14	17,8	—	2,2	—	—



В цехе статических испытаний крылья испытывались на вибрацию, повторные переменные и постоянные нагрузки. Механические свойства панелей приведены в табл. 2.

Таблица 2

Механические свойства панелей, отлитых методом выжимания

Крыло	№ панели	Механические свойства образцов, вырезанных из панелей		
		№ образца	предел прочности в кг/мм <sup>2</sup>	относительное удлинение в %
1	50	10	22,5	2,2
		11	24,9	4,4
		12	25,7	3,3
		13	17,0	1,0
		14	21,9	5,0
	58	10	17,4	4,4
		11	22,5	5,5
		12	20,9	2,2
		13	19,8	1,1
		14	19,8	0,5
2	53	10	19,4	3,2
		11	20,0	2,0
		12	24,1	7,0
		13	14,8	2,4
		14	19,5	4,4
	75	10	21,6	2,2
		11	19,7	2,5
		12	24,2	2,4
		13	22,0	2,6
		14	22,7	3,1

Примечание. Нумерация образцов соответствует схеме, показанной на фиг. 6.

В связи с тем, что вес литого крыла несколько превышал вес клепаного, ОКБ было решено уменьшить высоту ребер. Фактически крыло из литых панелей стало легче клепаного. Испытания его показали результаты, не уступающие данным по клепаным крыльям из сплава Д16Т.

В табл. 3 приведены данные, полученные при испытании крыла, собранного из облегченных литых панелей, а в табл. 4 — сравнительные результаты испытаний клепаных и литых крыльев (итоговые данные). Более низкие прочностные характеристики клепаного крыла объясняются его монолитностью и неравнопрочностью по сечению. Крыло, собранное из литых панелей, представляет собой монолитную балку равного сопротивления, что компенсирует разницу в прочностных характеристиках применяемых материалов (АЛ4 и Д16Т).

Технико-экономические показатели. Изготовление агрегатов из литых панелей прежде всего освобождает производство от необходимости применять листовой прокат и пресованные профили для ребер жесткости. В 2,3 раза снижается расход алюминиевых сплавов и в 2,8 раза — стоимость материалов.

Материал	Стоимость в руб.	
	клепаных крыльев	литых крыльев
Алюминиевые сплавы	821,32	270,28
Стали	18,0	32,80
Итого:	839,32	303,08

Укрупненная схема производства крыла из литых панелей такова:

1) отливка панелей на литейно-выжимной машине;

Результаты испытаний литого крыла из сплава АЛ4

Таблица 3

Вид испытаний	Способ испытаний	Режим испытаний	Результаты испытаний
Динамические испытания на вибрацию	Колебания создавались вибратором, закрепленным на конце крыла	Знакопеременные нагрузки; частота 35 гц; количество циклов 1 000 000 в минуту; время испытаний 8 час.	Разрушений не произошло; деформаций не обнаружено
Статические испытания на повторные нагрузки	Нагружение крыла производилось при помощи гидравлического силового возбудителя через систему рычагов	Знакопеременные нагрузки от 0 до 50% от $P_{расч}$ ; количество циклов: основных — 100, дополнительных — 23	Разрушений не произошло; деформаций не обнаружено
Статические испытания на постоянные нагрузки с приложением силы на обе плоскости крыла	То же	—	При нагрузке 135% от $P_{расч}$ разрушений не произошло
Статические испытания на постоянные нагрузки с приложением силы на одну плоскость крыла	—	—	Разрушение произошло в местах крепления крыла к фюзеляжу при нагрузке 200% от $P_{расч}$

Таблица 4

## Сравнительные результаты испытаний клепаных и литых крыльев

Виды испытаний	Клепаные крылья		Литые крылья	
	1-е крыло	2-е крыло	1-е крыло (с высокими ребрами)	2-е крыло (с облегченными ребрами)
Динамические испытания на вибрацию (1 000 000 циклов, частота 35 гц)	Испытания не проводились	Испытания не проводились	Испытания не проводились	Разрушений не произошло; деформаций не обнаружено
Статические испытания на повторные нагрузки (100 циклов, нагрузка от 0 до 50% от $P_{расч}$ )	Разрушений не произошло; деформаций не обнаружено	Испытания не проводились	Разрушений не произошло; деформаций не обнаружено	Разрушений не произошло; деформаций не обнаружено
Статические испытания на постоянные нагрузки	Разрушение произошло в местах крепления крыла к фюзеляжу при нагрузке 189% от $P_{расч}$	Разрушение произошло в местах крепления крыла к фюзеляжу при нагрузке 205% от $P_{расч}$	Разрушение произошло в местах крепления крыла к фюзеляжу при нагрузке 213% от $P_{расч}$	Разрушение произошло в местах крепления крыла к фюзеляжу при нагрузке 200% от $P_{расч}$

- 2) обрезка литых панелей по контуру на ленточной пиле;
- 3) термообработка и правка панелей;
- 4) фрезерование и сверление бобышек и опиловка по контуру;
- 5) сборка крыла.

## Выводы

1. Крылья из панелей, отлитых из сплава АЛ4 методом выжимания, по своим механическим свойствам не уступают клепаным крыльям из сплава Д16Т (при одинаковом весе).

2. При переходе на изготовление крыльев из литых панелей взамен клепаных становятся ненужными сборочные стапели и детальная оснастка, полуфабрикаты в виде листов, профилей и т. п.,

благодаря чему уменьшается трудоемкость и сокращается цикл производства.

В общем итоге резко снижается время и затраты на подготовку производства и стоимость изготовления изделия.

3. Полученные результаты позволяют рекомендовать применение литых панелей для изготовления многих частей самолета, начиная от простых крышек, створок, рулей, элеронов и кончая сложными и сильно нагруженными плоскостями крыла и элементами фюзеляжа.

4. Для более широкого внедрения нового метода литья в промышленность необходимо создать специальное производство, которое должно заниматься вопросами проектирования новых машин и оснастки, а также освоением технологического процесса отливки панелей по заданиям различных ОКБ.

## Комбинированное скоростное растачивание и развертывание глухих глубоких отверстий

А. К. ПЕТРОВ и С. Ф. СУРИН

### Схемы обработки, конструкция и геометрия инструмента и режимы резания

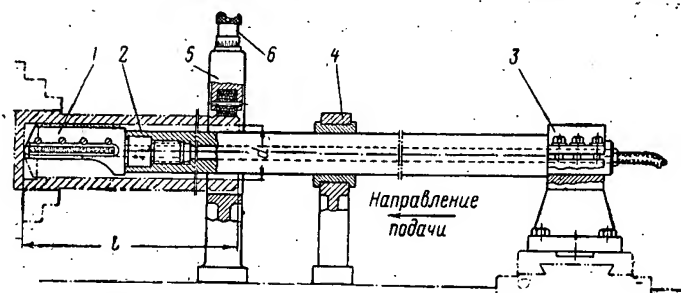
При изготовлении цилиндров наиболее сложной и трудоемкой операцией является обработка глухих глубоких отверстий. Для повышения производительности труда и качества обработки НИАТ предложен и внедрен новый метод — комбинированное скоростное растачивание цилиндров головкой одностороннего резания с последующим развертыванием. Растачивание ведется с припуском 0,3 мм на диаметр, а развертывание — с припуском под шлифование 0,1 мм или непосредственно под хонингование. Принципиальные схемы наладки станков

для обработки цилиндров расточной головкой и разверткой приведены соответственно на фиг. 1 и 2.

Обе схемы сходны между собой как по конструктивным элементам оснастки, так и по способу настройки станка. Благодаря этому создаются благоприятные условия для их применения (взаимозаменяемость оснастки, простота наладки и др.).

В корпусе расточной головки имеются сменные твердосплавные направляющие, расположенные под углом 90° и воспринимающие силы резания (ра-

диальную  $P_y$  и касательную  $P_z$ ). Направляющие обеспечивают правильное направление и прямолинейность оси отверстия. Различают головки с вин-



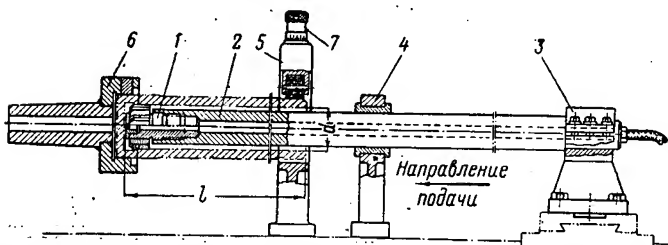
Фиг. 1. Схема наладки токарного станка для скоростного растачивания цилиндров.

1—головка расточная; 2—борштанга; 3—кронштейн; 4—люнет для борштанги; 5—люнет для детали; 6—микрометрический винт для точной установки детали.

$$d=50-250 \text{ мм}, \frac{l}{d} > 5.$$

товым (фиг. 3) и клиновым (фиг. 4) креплением направляющих. Первый способ менее совершенен, так как в процессе резания стружка через отверстия для головок винтов попадает под направляющие и, кроме того, могут самопроизвольно отвертываться винты в процессе резания. Клиновое крепление следует применять в головках большего диаметра ( $D > 100 \text{ мм}$ ). Сменные направляющие оснащают пластинками из твердого сплава ВК6 или Т5К10, что обеспечивает их большую износоустойчивость при резании. Направляющие в максимальной степени приближены к режущей кромке и вершине резца, что позволяет работать без растачивания отверстия под заход головки.

Резец расположен под углом  $30^\circ$  к оси головки и надежно закрепляется дифференциальным винтом и клинообразным сухарем (сечение по  $aa$ ). Его можно регулировать как в осевом, так и в радиальном направлениях (благодаря косому расположению) посредством дифференциальной пары (разрез по  $AA$ ).



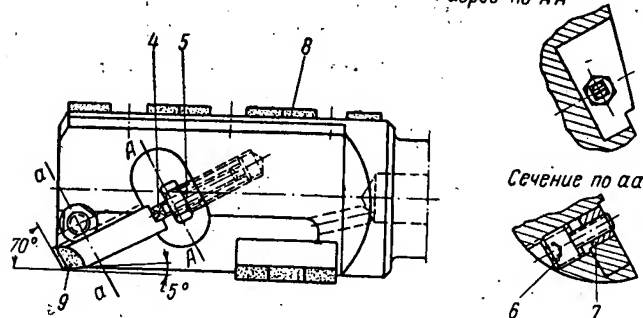
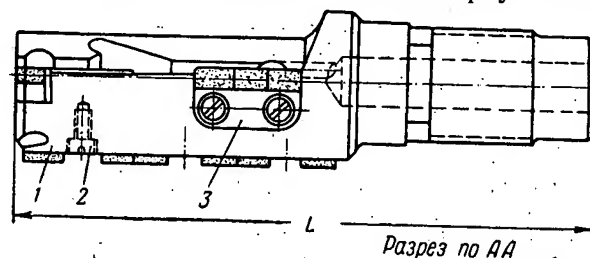
Фиг. 2. Схема наладки токарного станка для скоростного развертывания цилиндров.

1—развертка; 2—борштанга; 3—кронштейн; 4—люнет для борштанги; 5—люнет для детали; 6—патрон; 7—микрометр для установки детали.

Резец оснащается пластинками из твердого сплава Т15К6Т (при обработке незакаленных сталей) или Т30К4 (при обработке высокопрочных закаленных сталей). Охлаждающая жидкость подводится

через отверстие в борштанге и корпусе головки непосредственно к резцу.

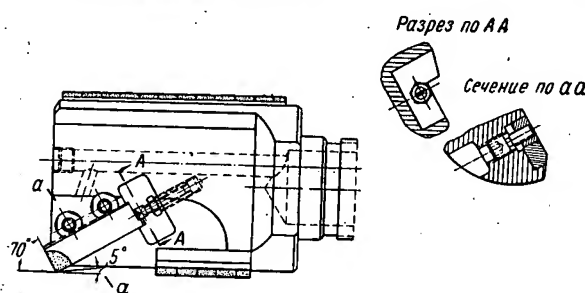
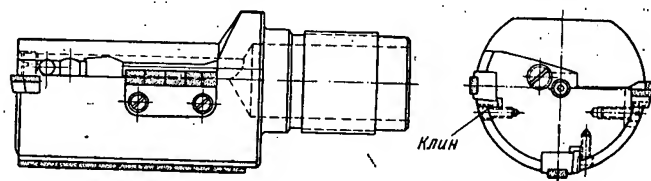
Для получения лучших результатов по точности и сокращения вспомогательного времени при контроле исполнительных размеров головки взамен микрометра следует применять индикаторную скобу



Фиг. 3. Расточная головка с винтовым креплением направляющих.

1—корпус; 2, 4, 6—винты; 3—планка; 5—втулка; 7—сухарь; 8—направляющая; 9—резец.

(фиг. 5). Чтобы обеспечить спокойные условия резания и сохранение геометрии обрабатываемого отверстия, резец целесообразно устанавливать на



Фиг. 4. Расточная головка с клиновым креплением направляющих.

0,03—0,08 мм больше исполнительного диаметра головки, учитывая, что этот инструмент служит для предварительного растачивания отверстий, не выходя при этом за пределы допуска.

Оптимальные геометрические параметры режущей части резца расточной головки зависят от предела прочности обрабатываемого материала и толщины среза стружки (табл. 1).

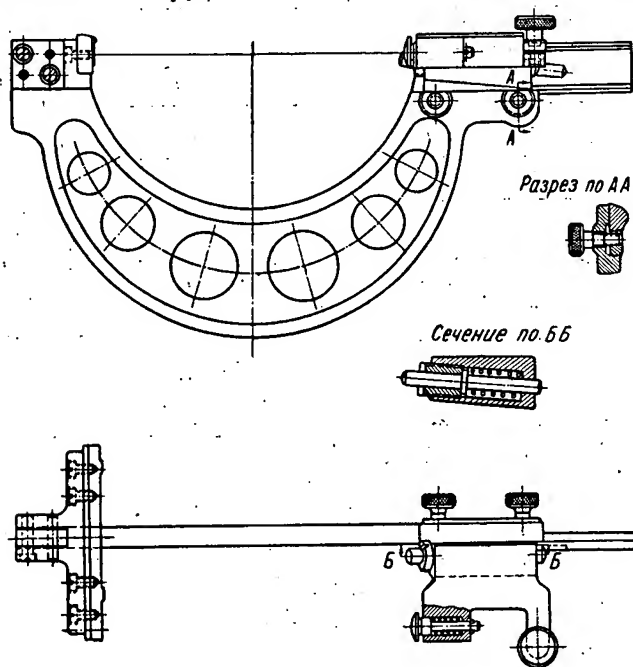
Таблица 1  
Рекомендуемые геометрические параметры режущей части резца

Сталь с $\sigma_b$ кг/мм <sup>2</sup>	Группа углов заточки типа	Геометрические параметры						
		$\varphi^\circ$	$\varphi_1^\circ$	$\gamma^\circ$	фаска $f$ , мм	$\alpha^\circ$	$\lambda^\circ$	$R$ мм
70—80	I	60	10	0÷—3	—	8—10	8	0,8
120—140	II	75	5	—5÷—10	2S*	12	8	0,8
160—180	III	75	5	—10÷—15	1,5—2,0	12	8	0,8

\* S — подача в мм/об.

На фиг. 6 приведена геометрия режущей части резца расточной головки применительно к различным группам углов заточки (различным модификациям стали).

Геометрия резца принята с учетом обеспечения надежного стружколомания в процессе резания.



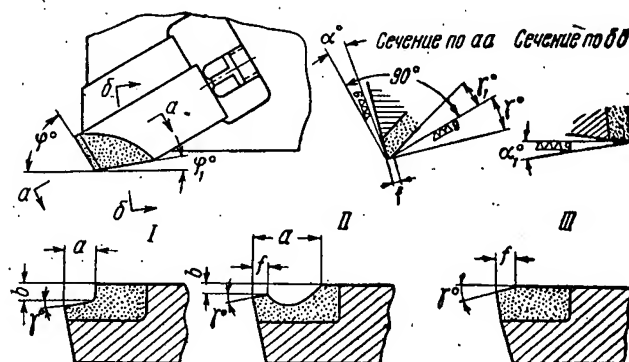
Фиг. 5. Индикаторная скоба для установки резца «на размер».

Для группы углов заточки типа I при черновой обработке цилиндров из незакаленной стали ( $\sigma_b = 70—80$  кг/мм<sup>2</sup>) с подачами 0,25—0,5 мм/об ширина стружколома-уступа  $a = 1,5—2$  мм и глубина  $b = 0,5$  мм; для группы углов типа II при чистовой обработке цилиндров из закаленной стали ( $\sigma_b = 120—140$  кг/мм<sup>2</sup>) с подачами 0,15—0,2 мм/об ширина уступа  $a = 1$  мм и глубина  $b = 0,3—0,5$  мм. Стружколом-уступ второго вида (с выкружкой) является наилучшим для чистовой обработки стали средней твердости в зоне тонких стружек.

В третьем случае (группа углов типа III) надежное стружколомание обеспечивается определенным соотношением геометрических параметров (углов  $\gamma$ ,  $\lambda$ ,  $\varphi$ ) при обильном охлаждении. Такой способ стружколомания особенно выгоден при обработке высокопрочных закаленных сталей, однако может

успешно применяться и при обработке сталей средней твердости.

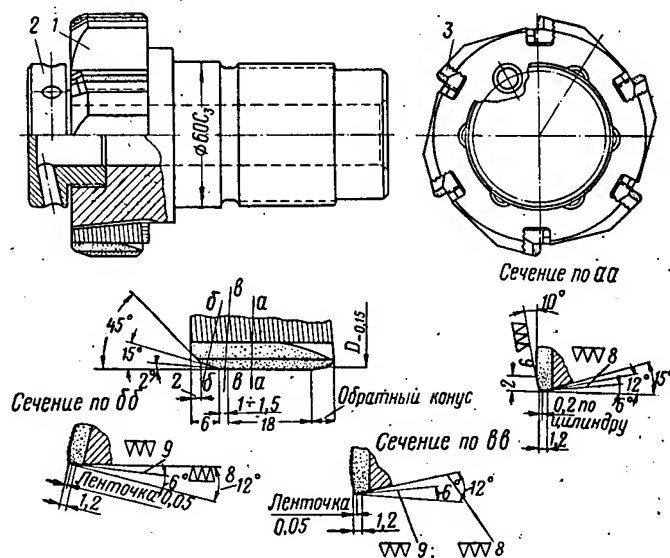
Для чистовой обработки цилиндров из закаленной стали ( $\sigma_b = 160—180$  кг/мм<sup>2</sup>) с подачами 0,15—0,2 мм/об) рекомендуются следующие значения па-



Фиг. 6. Геометрические параметры режущей части резца расточной головки и типы стружколомов.

раметров: передний угол  $\gamma = -10 \div -20^\circ$ , угол наклона режущей кромки  $\lambda = 8 \div 10^\circ$  и главный угол в плане  $\varphi = 75^\circ$ .

Рекомендуемые геометрические параметры резцов и стружколомов следует уточнять в конкретных производственных условиях в зависимости от жесткости системы станок—инструмент—деталь, режимов резания и других условий.



Фиг. 7. Твердосплавная развертка для глубоких отверстий.

1—корпус; 2—заглушка; 3—нож.

Развертка для чистовой обработки глухих глубоких отверстий (фиг. 7) состоит из корпуса и шести вставных ножей, к которым припаиваются пластинки из твердого сплава T15K6T. Ножи в корпусе развертки фиксируются на рифленной поверхности, расположенной под углом  $10^\circ$ , что обеспечивает более точное регулирование ножей при переточках.

В корпусе имеется отверстие для подвода охлаждающей жидкости. К режущим кромкам инструмента она поступает через заглушку с отверстиями, ввернутую в торец корпуса. Стружка отводится по пазам в корпусе развертки.

Геометрические параметры развертки соответствуют нормали МАП АН-1081, за исключением переднего угла на заборной части  $\gamma$ . Этот угол образуется в результате заточки переднего угла на калибрующей части  $\gamma_p$  в направлении оси инструмента. Величина угла  $\gamma$  зависит от величины угла  $\gamma_p$  и угла в плане  $\varphi$  и может быть определена по формуле

$$\operatorname{tg} \gamma_p = \operatorname{tg} \gamma \cos \varphi \quad (\text{при } \lambda = 0), \quad (1)$$

где  $\gamma$  — передний угол на заборной части, измеряемый в главной секущей плоскости (по сечению бб на фиг. 7);

$\gamma_p$  — передний угол на калибрующей части, измеряемый в радиальной секущей плоскости (по сечению аа на фиг. 7);

$\varphi$  — главный угол в плане.

Новый способ заточки является более простым и удобным. Кроме того, при этом способе заточки и малой величине угла в плане  $\varphi$  отрицательный передний угол на заборной части приблизительно равен отрицательному переднему углу на калибрующей части, т. е. меньше, чем предусмотрено нормами (примерно  $-10^\circ$  вместо  $-15^\circ$  по нормам). Это снижает силы резания и вибрации при развертывании глубоких отверстий.

В табл. 2 приводятся оптимальные геометрические

Таблица 2  
Геометрические параметры развертки

Параметры	Обозначение	Оптимальное значение
Передний угол на калибрующей части	$\gamma_p$	$-10^\circ$
Задний угол на калибрующей части	$\alpha$	$6^\circ$
Передний угол на заборной части	$\gamma$	Определяется по формуле (1)
Задний угол на заборной части	$\alpha$	$6^\circ$
Главный угол в плане (угол заборного конуса)	$\varphi$	$15^\circ$
Длина заборной части	$l$	4 мм
Переходный угол в плане	$\varphi_0$	$2^\circ$
Длина переходной кромки	$l_0$	1—1,5 мм
Ширина направляющей ленточки на калибрующей части	$f_k$	0,1—0,2 мм
Ширина ленточки (контрольной) на заборной части	$f_z$	0,04—0,05 мм

параметры развертки для обработки высокопрочных закаленных сталей ( $\sigma_b = 140 \div 160 \text{ кг/мм}^2$ ).

Контрольная ленточка на заборной части повышает виброустойчивость при развертывании глубоких отверстий и облегчает заточку, а переходная кромка под углом  $\varphi_0$  упрочняет режущую часть

развертки и повышает чистоту обработки. Однако практика показала, что для маложестких условий работы применение переходной кромки под углом  $\varphi_0 = 2^\circ$  нецелесообразно, так как неизменно возникают вибрации.

В табл. 3 приводятся режимы резания, которые были установлены при внедрении нового метода (применительно к цилиндрам из стали 30ХГСА в закаленном состоянии).

Таблица 3  
Режимы резания при обработке глухих глубоких отверстий

Ци- линдр	Сталь $\sigma_b$ кг/мм <sup>2</sup>	Растачивание			Развертывание				
		операция	$v$ м/мин	$t$ мм	$S$ мм/об	операция	$v$ м/мин	$t$ мм	$S$ мм/об
А	120—140	До диа- метра 101,7 мм	96	1,35	0,27	До диа- метра 101,9 мм	60— 80	0,1	0,3— 0,6
Б	120—140	До диа- метра 121,7 мм	89	1,35	0,26	До диа- метра 121,9 мм			
В	120—140	До диа- метра 59,7 мм	88	0,35	0,4	До диа- метра 59,9 мм			
Г*	160—180	До диа- метра 59,7 мм	65	0,35	0,3	До диа- метра 59,9 мм	50— 60		0,3— 0,4

\* Сталь 30ХГСА.

Критерий затупления при растачивании — износ по главной задней грани  $\delta_z = 0,5 \text{ мм}$ , критерий затупления при развертывании — износ по главной задней грани  $\delta_z = 0,3 \text{ мм}$ .

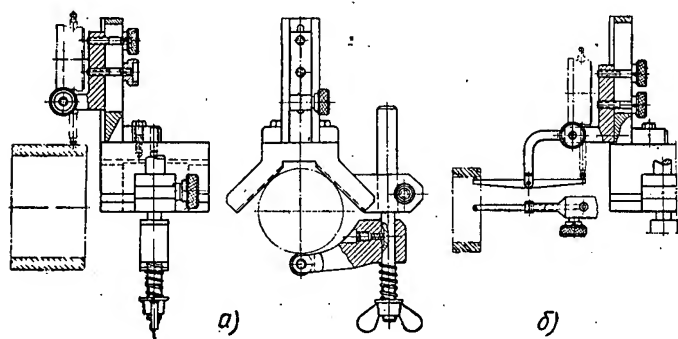
При указанных режимах резания стойкость режущего инструмента составляет 40—60 мин. машинного времени.

Установленные в процессе внедрения режимы резания и геометрия режущего инструмента обеспечивали точность обработки после развертывания по 3-му классу и чистоту обработанной поверхности — по 7-му классу (ГОСТ 2789—51), что полностью отвечает предъявляемым технологическим требованиям. Особенностью развертывания глухих глубоких отверстий, как показал опыт внедрения, является применение узкого диапазона режимов резания. Если применять режимы резания ниже или выше установленных, понижается чистота обработанной поверхности или возникают вибрации. Поэтому необходимо особое внимание обращать на правильное установление режимов резания и обеспечение необходимой жесткости системы станок—инструмент—деталь.

Для растачивания цилиндров в закаленном состоянии рекомендуются пластинки из твердого сплава Т15К6Т (получистовое растачивание) или Т30К4 (чистовое растачивание). При глубоком развертывании лучшей маркой является Т15К6Т.

В качестве охлаждающей жидкости как при растачивании, так и при развертывании используется

10%-ный раствор эмульсола (производительность насоса 60—90 л/мин с давлением до 20 кг/см<sup>2</sup>).



Фиг. 8. Индикаторное приспособление для выверки детали при растачивании.

а—выверка по наружному диаметру; б—выверка по внутреннему диаметру.

Мощность токарного станка для скоростного комбинированного растачивания должна быть не менее 10—12 квт.

Выверку детали при установке в люнет без лимбов для точной настройки рекомендуется производить индикаторным приспособлением (фиг. 8).

Для этого деталь одним концом закрепляют в трехлапчатом патроне или специальном приспособлении, обеспечивающем быструю и точную установку. Биение второго конца детали выверяется вращением приспособления с индикатором по окружности борштанги. Выверка деталей большого веса или длины с помощью индикаторного приспособления затруднительна. В таких случаях применяют грибовый центр, укрепляемый на резьбе в борштанге. Деталь центрируется в нем обработанной фаской. После этого подводятся пиноли с роликами до касания с поверхностью детали при вращении шпинделя на малых оборотах.

Применение комбинированного метода повышает производительность труда в два-три раза за счет уменьшения припусков на обработку и резко улучшает качество обработки (чистоту поверхности, точность геометрической формы отверстий и др.). Вместе с тем полностью ликвидируется брак, связанный с уводом оси отверстия и разностенностью.

## Точечная сварка узлов из алюминиевых сплавов с последующим анодированием

В. Н. ШАВЫРИН, Л. Б. МАСЕЕВ, Р. Я. ФИСКИНА и канд. техн. наук Г. Ш. БРОДСКИЙ

Точечная сварка высокопрочных алюминиевых сплавов Д16АТ и В95АТ в последнее время получает все более широкое распространение в промышленности, заменяя в ряде конструкций клепку.

Отечественное оборудование для сварки легких сплавов (например, импульсные машины серии МТИП завода «Электрик») обеспечивает высокое качество сварных точек и достаточную стабильность процесса сварки.

Исследования показали, что сварные соединения при всех видах нагрузки (статической, повторно-статической и усталостной) оказываются практически равнопрочными клепаным. Однако современное самолетостроение предъявляет ряд дополнительных требований, одним из которых является высокая коррозионная стойкость узлов, работающих в среде топлива при повышенных температурах. Наиболее надежный способ защиты от коррозии в этих условиях — сернокислотное анодное оксидирование.

Предварительное анодирование деталей узла недопустимо, как исключаящее возможность проведения точечной сварки. Анодирование узла после сварки (при обычном процессе точечной сварки) также невозможно, так как электролиты проникают в зазор между свариваемыми листами при соединении внахлестку и, будучи агрессивной средой по

отношению к алюминиевым сплавам, образуют очаги коррозии. Для предупреждения этого явления зазор следует заполнять покрытием типа грунта, клея или герметика. К покрытиям предъявляются жесткие требования, важнейшими из которых являются: стойкость в щелочи и кислоте в пределах концентраций, применяемых при анодировании; хорошая адгезия к алюминиевым сплавам; коррозионная неактивность к алюминиевым сплавам; достаточная эластичность в отвердевшем состоянии; термостойкость (примерно до 200° С); стойкость в среде топлива при повышенных температурах, а также возможность проведения сварки по сырому слою покрытия в течение не менее трех суток с момента его нанесения. Эти требования резко сокращают номенклатуру возможных покрытий. Поэтому НИИТ совместно с ОКБ была проведена исследовательская работа по выбору наиболее технологичного покрытия и отработке технологии сварки с его применением\*.

Покрытия вначале подбирали по принципу соответствия их физико-химических свойств указанным требованиям, а затем экспериментально проверяли их технологические свойства. Проверке был под-

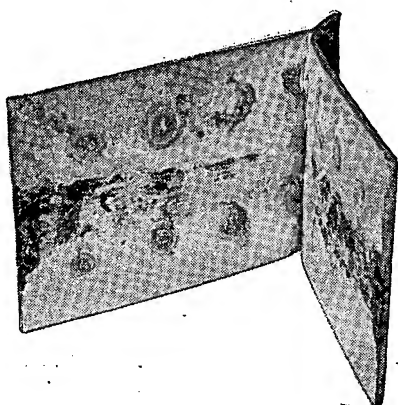
\* В работе принимали участие инженеры В. А. Петров и Н. А. Новосельцев.



вергнут целый ряд клеев и герметиков, созданных НИИРП, НИИПМ и ВИАМ, в том числе:

Клей № 401 (разработан НИИРП), предназначенный для крепления резины к дуралюмину и стали. Эксперименты показали, что в затвердевшем состоянии этот клей весьма хрупок и не обладает достаточно хорошей адгезией к дуралюмину. Кроме того, сварка по сырому клею возможна в течение лишь 48 час. после его нанесения на поверхность деталей. На фиг. 1 показан образец, сваренный через 72 часа после нанесения клея; все сварные точки имеют полный или частичный непровар.

Клей № 403 (разработан НИИРП), предназначенный для крепления резины к дуралюмину и стали, а также для склеивания дуралюмина. Обладает хорошей адгезией к дуралюмину и допускает воз-



Фиг. 1. Образец, сваренный через 72 часа после нанесения клея № 401.

можность качественной сварки в течение 120 час. с момента его нанесения на поверхность свариваемых деталей. Однако в затвердевшем состоянии оказался весьма хрупким и непригодным для использования в клеено-сварных соединениях.

Клей К50 (разработан НИИРП), применяемый в качестве грунта под герметики У30м, У30с и УТ31 при клепке герметичных узлов из алюминиевых сплавов. Имеет хорошую адгезию к дуралюмину, но допускает сварку в течение только 3—5 час. с момента нанесения на поверхность образцов.

Герметик У30м (разработан ВИАМ), используемый для герметизации клепаных швов на узлах из алюминиевых сплавов, работающих в непосредственном контакте с топливом. Без подслоя клея К50 он обладает неудовлетворительной адгезией к дуралюмину. Сварка по слою герметика У30м возможна также в течение не более 6 час. с момента нанесения. При сварке выделяются вредные газы.

Был опробован также ряд клеев на основе производных фурановых смол, разработанных НИИПМ. Эти клеи полностью удовлетворяют предъявляемым требованиям по физико-химическим свойствам, для отверждения требуют термообработки и допускают возможность сварки по сырому слою в течение нескольких суток с момента нанесения. Однако клей ФФС и смола ФЛ2 оказались нетехнологичными в производстве из-за жидкотекучести. Применение

их при точечной сварке потребовало бы дополнительных операций по удалению излишков клея и связанных с ними увеличения трудоемкости и снижения качества анодирования узла.

На основании большого количества экспериментов был выбран клей, получивший опытную марку ФЛ4 (клеевой лак), разработанный НИИПМ и изготавливаемый по ВТУ НИИПМ № П-35-55 МХП.

Клей ФЛ4, представляющий спирто-ацетоновый раствор фуриловофенолацетальной смолы, обладает хорошей адгезией к дуралюмину.

Экспериментально проверялась возможность сварки по сырому слою этого клея через 24, 48, 72 и 120 час. с момента нанесения. Процесс сварки протекал нормально, без выделения каких-либо газов или паров.

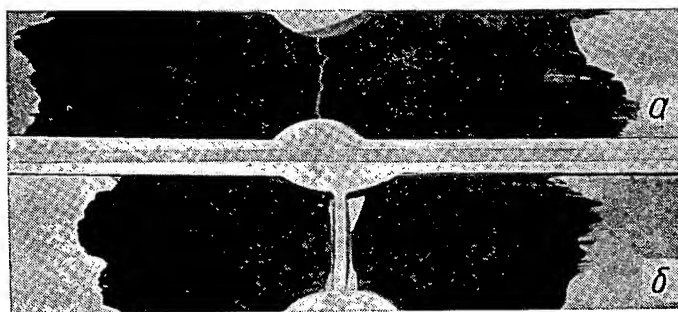
Клей ФЛ4 при сварке выдавливается из-под листов, наложенных внахлестку, небольшим ровным валиком, не растекаясь, что является его преимуществом перед другими клеями на основе фурановых смол. Для окончательного затвердевания клея узел подвергается термообработке по следующему режиму: нагрев до 80° С в течение 1 часа, постепенный подъем температуры до 140° С и выдержка при этой температуре в течение 3 час., охлаждение на воздухе.

В затвердевшем состоянии клей обладает стойкостью к кислотам и щелочам, топливу- и термостойкостью до 200° С. Эластичность клеевой пленки по шкале НИИЛК равна 5 мм.

Испытания опытных образцов и панелей, сваренных с применением клея ФЛ4, показали, что клеевая пленка является все же довольно хрупкой и при воздействии переменных нагрузок растрескивается. Поэтому была проведена экспериментальная работа, направленная на изменение состава клея с целью повышения его эластичности. Оказалось, что добавление пластификаторов, в качестве которых наиболее целесообразно применять дибутилфталат или дибутилсебацат, значительно повышает эластичность затвердевшей клеевой пленки.

Выяснилось также, что адгезия клеевой пленки к дуралюмину в значительной степени зависит от подготовки поверхности. Это дало основание при разработке технологии рекомендовать дополнительную обработку поверхности вращающейся металлической щеткой с последующим обезжириванием ацетоном или этилацетатом (фиг. 2).

При определении возможности сварки по слою клея образцы складывались и в таком виде хранились в сухом прохладном месте 24—120 час., после чего их сваривали. Было установлено, что при нахождении образца с открытой клеевой пленкой на воздухе в течение 20—40 мин. срок возможности последующей сварки сокращается до 20—24 час. Качество сварки может оказаться нестабильным, так как в местах, где клей нанесен более тонким слоем, он успевает подсохнуть и не выдавливается давлением электродов в местах сварных точек. Однако весьма положительным технологическим качеством клея ФЛ4 явилась возможность освежения клеевой пленки ацетоном или этилацетатом



Фиг. 2. Образцы после испытаний на эластичность и адгезию.

а—клей ФЛ4 без пластификатора, нанесен на травленную и обезжиренную поверхность; б—клей ФЛ4 с пластификатором, нанесен на травленную и зачищенную стальной щеткой поверхность.

после 2—3 час. нахождения ее на воздухе. В этом случае срок хранения образцов в сложенном виде увеличивается до 120 час.

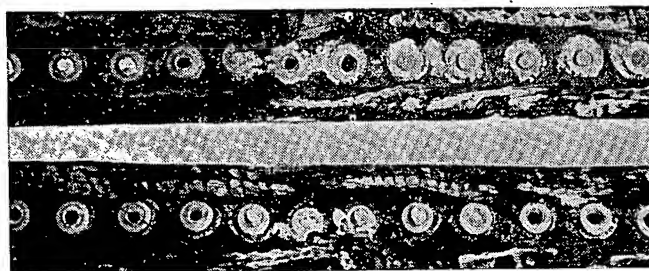
На фиг. 3 показаны образцы, сваренные с применением клея ФЛ4 непосредственно после его нанесения и после освежения поверхностей ацетоном. Стабильность размеров и качества сварных точек (режим сварки в обоих случаях одинаков) практически равноценна в том и другом случаях.

Металлографические исследования показали, что использование клея ФЛ4 не изменяет структуру металла сварной точки. На фиг. 4 и 5 показаны макро- и микроструктура сварных точек, выполненных на сплаве В95АТ с применением клея и без него.

Ориентировочные режимы точечной сварки сплавов Д16АТ и В95АТ на машине МТИП-600-2 приведены в табл. 1.

Клеевая пленка не оказывает влияния на технологический процесс сварки. Следует отметить лишь некоторое уменьшение сварочного тока и увеличение давления электродов при сварке с применением клея.

По данным НИИПМ, клей ФЛ4 имеет прочность на сдвиг  $100 \text{ кг/см}^2$ . Хотя в данной работе не ставилась задача увеличения прочности сварного соединения за счет клея, однако были проведены сравнительные механические испытания сварных и кле-



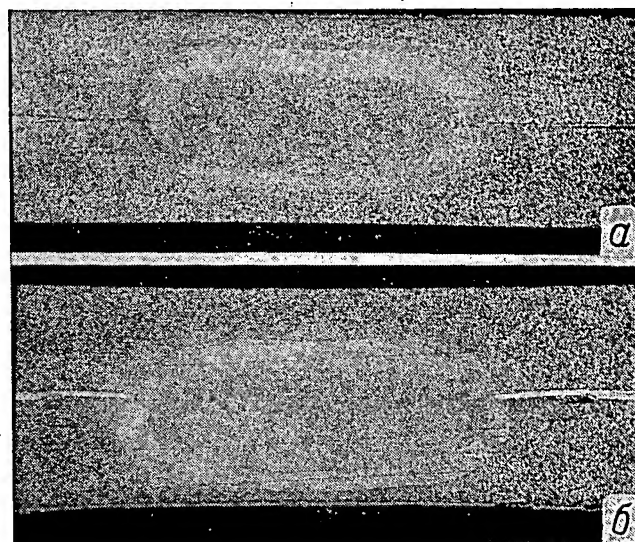
Фиг. 3. Образцы, сваренные с применением клея ФЛ4.

Вверху — непосредственно после его нанесения; внизу — после освежения.

Таблица 1  
Режимы точечной сварки сплавов Д16АТ и В95АТ на машине МТИП-600-2

Толщина свариваемых листов в мм	Диаметр сварной точки в мм	Режим сварки							
		сварочное давление в кг		ковочное давление в кг		сварочный ток в ка		время сварки в сек.	
		без клея	с клеем	без клея	с клеем	без клея	с клеем	без клея	с клеем
1,5+1,5	6,0	550—600	600—650	2000	2000	37,0	30,6	0,16	0,18
2,0+2,0	7,5	650—700	700—750	2500	2500	42,2	31,7	0,16	0,20
3,0+3,0	9,0	800—850	900—950	3000	3000	44,3	33,0	0,23	0,26

но-сварных соединений. Образцы были изготовлены из дуралюмина Д16АТ и имели ширину 30 мм при нахлестке 30 мм. Результаты испытаний на статический срез приведены в табл. 2.



Фиг. 4. Макроструктура сварных точек (X7).  
Материал — сплав В95АТ.

а—без клея; б—с клеем ФЛ4.

Испытания показали, что клей ФЛ4 в полтора-два раза увеличивает прочность соединения при работе последнего на срез. Прочность на отрыв клеено-сварных соединений равна прочности сварных образцов.

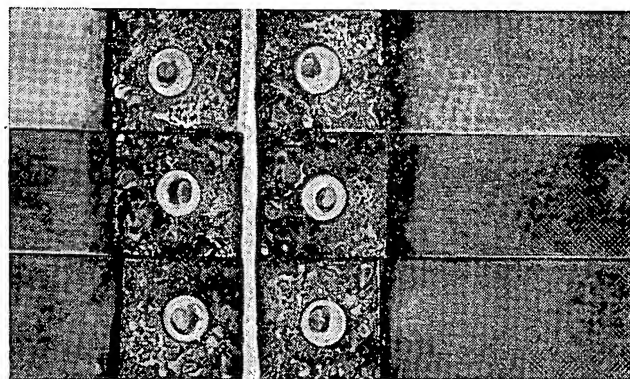
Учитывая весьма жесткие в коррозионном отношении условия работы конструкции, были проведены испытания образцов по следующей программе:

1. Проверка коррозионной активности жидкого клея к алюминиевому сплаву В95АТ (плакированному и неплакированному) в течение восьми суток.
2. Определение коррозионной стойкости клеено-сварных анодированных образцов в камере с тем-



Таблица 2  
Результаты испытаний образцов на статический срез

Толщина сварива- емых листов в мм	Сварка без приме- нения клея		Сварка с приме- нением клея		Отношение прочности клеено-свар- ного соеди- нения к прочности сварного соединения в %
	средний диаметр сварной точки в мм	средняя разрушаю- щая на- грузка в кг	средний диаметр яд- ра сварной точки в мм	средняя разрушаю- щая на- грузка в кг	
1,5+1,5	7,3	530	7,4	1040	198
2,0+2,0	7,6	740	7,6	1080	145
3,0+3,0	9,0	920	9,0	1150	125

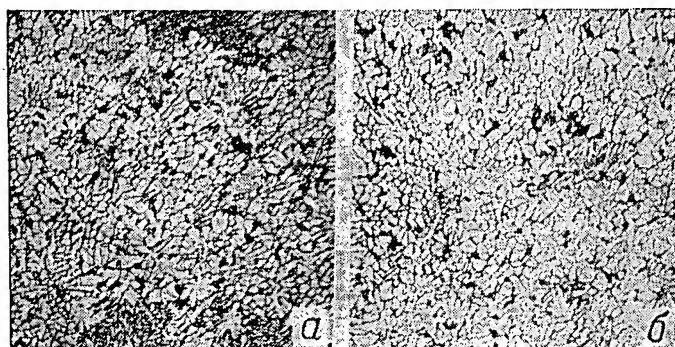


Фиг. 6. Образцы после испытаний на топливостойкость.

пературой 50° С и влажностью 100% в течение четы-  
рех месяцев.

3. Коррозионные испытания во влажной камере  
с 3%-ным раствором NaCl в течение шести месяцев \*.

4. Испытания на топливостойкость. Образцы вы-  
держивались в среде топлива Т-1 при нормальной



Фиг. 5. Микроструктура сварных точек (X300).  
Материал — сплав В95АТ.

а—без клея; б—с клеем ФЛ4.

и повышенной температурах в течение 520 час., в том  
числе 120 час. при 120—135° С; 0,5 часа при 135—  
140° С и 0,5 часа при 140—145° С. Стойкость клея  
оценивалась по изменению цвета топлива и по срав-  
нительной прочности клеено-сварных образцов до  
и после испытаний. Для соединений из листов спла-  
ва Д16АТ толщиной 2+2 мм до испытания в топ-  
ливе средняя разрушающая нагрузка была  
911 кг/см<sup>2</sup> и разброс показателей прочности 18%,  
а после испытания — соответственно 910 кг/см<sup>2</sup>  
и 14%.

При всех исследованиях на коррозию получены  
удовлетворительные результаты. Внешний вид об-  
разцов, испытанных на топливостойкость, показан  
на фиг. 6.

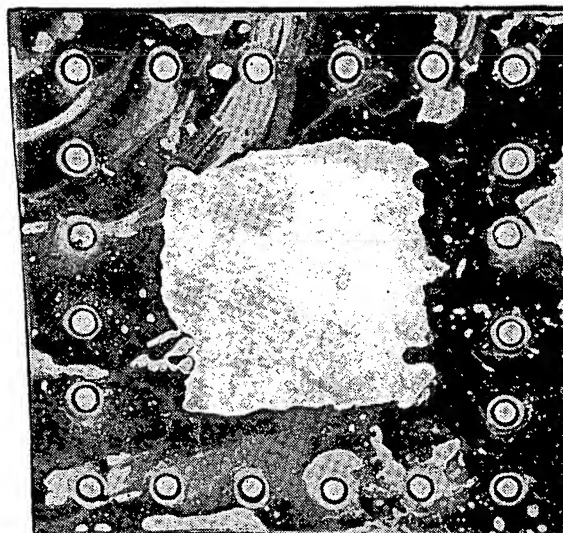
Кроме описанных испытаний, авторы провели экс-  
перименты по проверке клеено-сварных анодиро-  
ванных образцов на проникновение щелочи и кис-  
лоты в зазор между листами. Были изготовлены

образцы из сплава В95АТ толщиной 2 мм в виде  
квадратов размером 150×150 мм; клей наносился  
по краю на ширину 30 мм.

После сварки, термообработки и анодирования  
сварные точки высверливались и полость между  
листами, не покрытая клеем, обрабатывалась хими-  
ческими индикаторами — фенолфталеином и метил-  
оранжем (фиг. 7). Следов кислоты и щелочи обна-  
ружено не было.

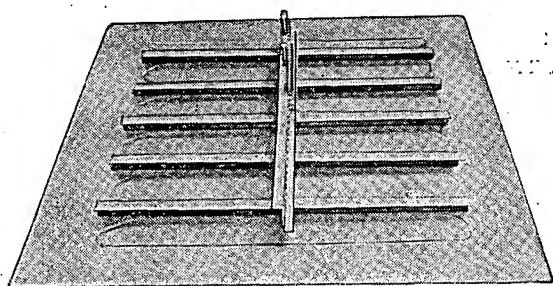
Весь комплекс описанных исследовательских  
работ позволил рекомендовать следующую техно-  
логию изготовления клеено-сварных конструкций,  
подвергаемых анодированию:

- 1) предварительная сборка узла;
- 2) подготовка поверхности под сварку (травление  
и зачистка металлической щеткой) и нанесение клея;
- 3) освежение клеевой пленки (в случае необходи-  
мости);
- 4) окончательная сборка узла, прихватка и сварка  
его;
- 5) термообработка сваренного узла;
- 6) анодирование;
- 7) контроль.



Фиг. 7. Образец для испытаний на проникновение  
электролита в зазор между листами.

\* Испытания проводились Н. А. Макаровым, Е. В. Арта-  
моновой и А. Н. Тумановым (ВИАМ).



Фиг. 8. Экспериментальная панель для испытаний на герметичность.

Профили приварены по клею ФЛ4.

По этой технологии изготовлено несколько типов панелей (фиг. 8), испытания которых показали технологичность и перспективность предлагаемого метода сварки.

Следует указать на возможность применения другого весьма перспективного варианта описы-

ваемого метода, заключающегося в том, что сварка проводится по обычной схеме, а клей наносится по краям соединения внахлестку и в результате капиллярности свойств заполняет зазор между сваренными листами. В этом случае целесообразнее использовать быстро сохнущие клеи, не требующие термообработки, что упрощает и ускоряет производство изделий.

### Выводы

1. Разработан метод контактной точечной электросварки алюминиевых конструкций с последующим анодированием, обеспечивающий возможность их работы в среде топлива при повышенных температурах.

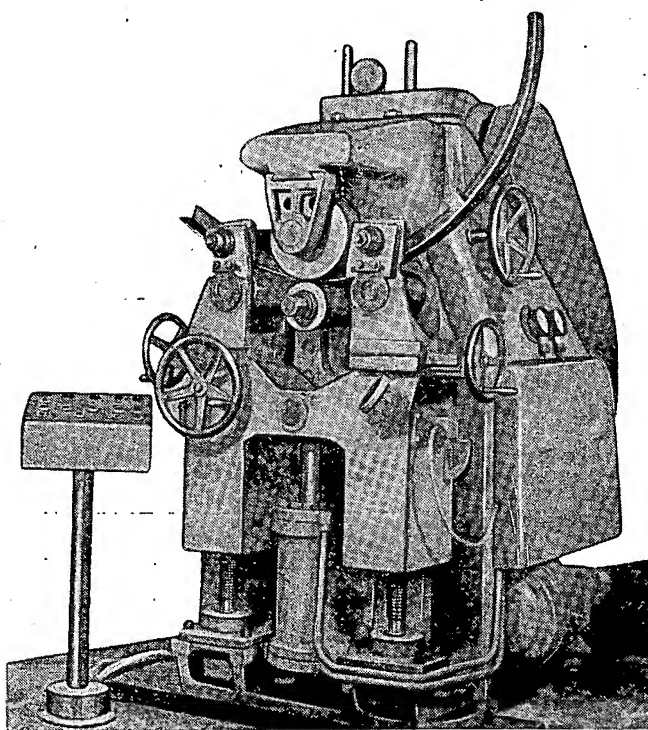
2. Подобрано покрытие (клей ФЛ4) и модернизирован его состав с целью применения в клеено-сварных конструкциях.

3. Разработан технологический процесс изготовления клеено-сварных панелей из легких сплавов, подвергаемых анодированию после сварки.

## Больше внимания созданию специального оборудования для самолетостроительных заводов

Я. Я. ВИЛЯМОВСКИЙ

### Основные направления специального станкостроения



Профилегибочный станок ПГ-3.

Анализ послевоенного самолетостроения свидетельствует о непрерывном росте веса конструкции изделий и в то же время о снижении удельной трудоемкости затрат на 1 кг веса, несмотря на все растущую сложность изготовления агрегатов, оборудования и приборов. Так, например, средний вес самолетов, выпускаемых в шестой пятилетке, увеличился по сравнению со средним весом изделий, изготовлявшихся в пятой пятилетке, в 2,6 раза, а в ближайшие годы возрастет примерно в 2,7 раза. При этом удельная трудоемкость затрат на 1 кг веса изделия в шестой пятилетке составила всего 58% от трудоемкости затрат в пятой пятилетке.

Эти данные свидетельствуют о большой работе, проведенной как по организации производства, так и по совершенствованию технологических процессов, созданию новых средств механизации и высокопроизводительного оборудования. Для того чтобы затраты труда на новые изделия были еще меньше, надо расширить механизацию производства, что потребует значительного увеличения парка специальных и агрегатных станков.

В табл. 1 показано распределение трудоемкости обработки изделий по видам работ. Как видно из таблицы, у новых изделий значительно возрастает объем механической обработки, заготовительно-штамповочных и агрегатно-сборочных операций.

**Таблица 1**  
**Распределение трудоемкости изготовления изделий по видам работ**

Виды работ	Процент от общей трудоемкости по изделиям		
	в пятой пяти-летке	в шестой пяти-летке	в ближайшие годы
Заготовительно-штамповочные	17,0	20,0	10,0
Кузнечные, литейные и сварочные	2,3	1,8	4,0
Механическая обработка	17,0	21,0	30,0
Гальванические и лакокрасочные	4,3	5,4	5,0
Агрегатно-сборочные и летно-испытательные	52,0	46,0	46,0
Прочие	7,4	5,8	5,0
<b>Итого:</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

За последние годы НИАТ провел работу по созданию нового типажа оборудования для самолетостроения. Ниже рассматриваются основные направления специального станкостроения в связи с новыми технологическими процессами и конструктивными особенностями изделий.

Оборудование для заготовительно-штамповочных цехов. Распределение трудоемкости заготовительно-штамповочных операций по видам работ приведено в табл. 2.

**Таблица 2**  
**Распределение общей трудоемкости заготовительно-штамповочных работ при производстве изделий по отдельным операциям**

Операции	Процент от общей трудоемкости	Процент операций	
		механизированных	ручных
Формовка резиной (на гидропрессах)	7	30	70
Формовка на падающих молотах	11	25	75
Изготовление обшивок двойной кривизны	3	70	30
Изготовление обшивок одинарной кривизны	1	90	10
Раскрой цветного листа	16	90	10
Раскрой черного листа	1	60	40
Штамповка на эксцентриковых прессах	10	90	10
Штамповка на кривошипных прессах	1	90	10
Изготовление деталей на давяльных станках	1	25	75
Изготовление трубопровода	16	50	50
Изготовление профилей (листовых и прессованных)	33	50	50
<b>Итого:</b>	<b>100</b>		

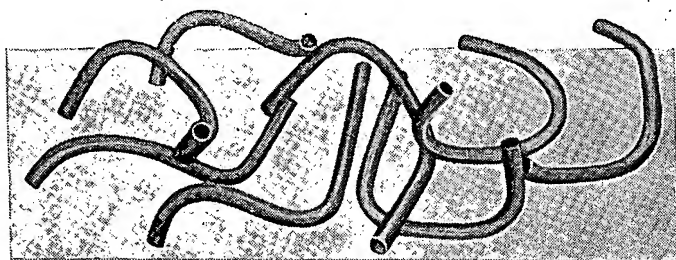
С целью дальнейшей механизации технологических процессов новый типаж оборудования для заготовительно-штамповочных цехов предусматривает создание станков для раскрой плоских деталей из листа, формообразования обшивок и деталей каркаса самолета из листа, раскрой деталей каркаса из профилей, их формообразования и доводки, удаления технологических припусков и для раскрой и формообразования деталей из труб.

Распределение оборудования по видам работ представлено в табл. 3. Всего типажем охватывается 168 единиц оборудования, из которых 52 единицы уже изготавливаются серийно, а остальные или должны быть спроектированы, или находятся в стадии изготовления и отладки. Сопоставление с данными табл. 2 показывает, что в первую очередь следует проектировать и внедрять оборудование, механизмирующее процессы формовки резиной на гидропрессах и падающих молотах, где 70—75% операций выполняется вручную.

**Таблица 3**  
**Распределение заготовительно-штамповочного оборудования, включенного в типаж НИАТ, по видам работ**

Виды работ	Оборудование		
	общее количество	изготавливается серийно	подлежит проектированию
Раскрой плоских деталей и заготовок из листа	25	12	13
Формообразование обшивок	15	6	9
Доводка обшивок после формообразования	10	3	7
Удаление технологических припусков на обшивках	9	1	8
Формообразование деталей каркаса из листа	31	10	21
Доводка деталей каркаса из листа	16	1	15
Раскрой деталей каркаса из профилей	9	3	6
Формообразование деталей каркаса из профилей	23	14	9
Доводка профилей после формообразования	4	—	4
Удаление технологических припусков на профилях и образование отверстий	11	—	11
Раскрой деталей из труб	10	1	9
Формообразование деталей из труб	5	1	4
<b>Итого:</b>	<b>168</b>	<b>52</b>	<b>116</b>

Особого внимания заслуживают прессы типа ПШР для штамповки-гибки резиной с усилием 4600, 9600, 20 000 и 30 000 т и удельным давлением 400 кг/см<sup>2</sup>, а также прессы типа ПШВР для штамповки-вытяжки резиной с усилием 1500, 2800, 7200 т. В прошлом году почти все заводы получили прессы ПШР-1 с усилием 9600 т. Полноценная загрузка их



Фиг. 1. Образцы труб, изогнутых на станке ТГС-2.

является одним из важнейших мероприятий. Начато изготовление прессы для штамповки-гибки с усилием 20 000 т. Оснащение заводов указанными выше прессами, листоштамповочными молотами и другим оборудованием создает возможность значительной механизации перечисленных операций.

Трудоемкость изготовления трубопроводов составляет 16,0% общей трудоемкости заготовительно-штамповочных работ, причем 50% этих операций все еще выполняется вручную. Типаж оборудования предусматривает целую серию станков для раскроя и формообразования труб. Как видно из табл. 4, оборудования для изготовления деталей из труб пока еще недостаточно. Надо быстрее создать автоматы для резки труб, копировальные трубогибочные станки, труборазвальцовочные станки и станки для обжатия труб. В этом году заводы получают трубогибочный станок ТГС-2 (см. вклейку в № 4 журнала за 1957 г.) для гибки труб в одной или разных плоскостях по оправке, без наполнителя. Наибольший диаметр изгибаемых труб из цветных и черных сплавов 80 мм, наименьший радиус изгиба 50 и наибольший 350 мм (фиг. 1).

Крайне кустарен пока процесс окраски трубопроводов. Поэтому важно как можно быстрее внедрить установки для окраски деталей в электростатическом поле. Такие установки апробированы на многих заводах. Наиболее положительных результатов добились на заводе, где главным металлургом С. С. Волков.

Изготовлен и отлажен для серийного производства труборазвальцовочный станок ТР-1 (фиг. 2) для развальцовки концов труб под ниппельное соединение. Наименьший диаметр труб 6 мм, а наибольший для цветных 50, для стальных 40 мм.

Объем ручных работ при изготовлении деталей из прессованных профилей составляет около 50%. Еще не хватает раскройного оборудования, мало станков для гибки и малковки профилей, гибочных и калиброванных прессов и др.

В настоящее время выпускается опытный образец станка для гибки с одновременной малковкой деталей из прессованных профилей в холодном состоянии. Наибольшее сечение формуемого профиля 1900 мм<sup>2</sup>, наибольший угол изгиба 300°, наименьший радиус изгиба 250 мм.

Созданы профилегибочные станки ПГ-3 и ПГ-4, которые поступают на заводы. Первый из них (см. фигуру в начале статьи) предназначен для изготов-

ления деталей из прессованных профилей гибкой в роликах, а второй — колец из стальных прессованных профилей тем же методом.

Пополнился парк штамповочно-заготовительных цехов и токарно-давальными станками ЗР-53 с высотой центров 200 мм и ТТ-53 с высотой центров 500 мм.

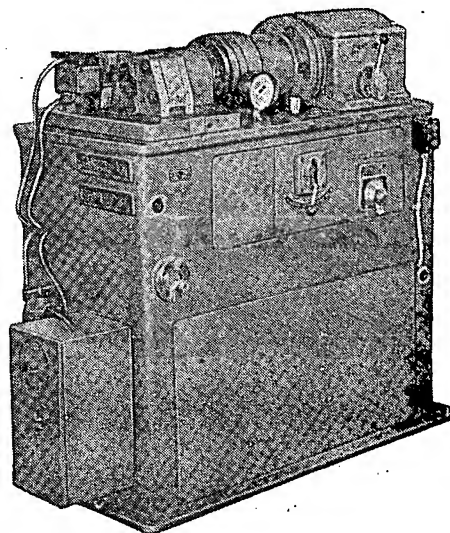
Предусматривается создание токарно-давильного станка с высотой центров 1500 мм, имеющего копировальное устройство и гидропривод для формообразования деталей из стали толщиной 0,5—2 мм.

Оборудование для механообработки в а у щ и х цехов. Объем работ по механообработываемым цехам у новых изделий непрерывно растет, что подтверждается данными табл. 1. В то же время станочный парк пополняется в основном за счет универсального оборудования. Оснащение же цехов современными специализированными станками будет способствовать увеличению производительности и дальнейшему внедрению прогрессивных методов механической обработки деталей самолетов.

В результате разработки НИАТ и заводами классификатора механически обрабатываемых деталей и типовых технологических процессов их изготовления есть все основания считать, что теперь в механических цехах будут более активно внедряться групповая механическая обработка однотипных деталей, совмещение операций, обработка деталей протягиванием и др.

Распределение трудоемкости механической обработки по видам работ приведено в табл. 4, а специализированного металлорежущего оборудования — в табл. 5.

Как следует из приведенных данных, необходимо больше внимания уделить парку фрезерных станков, что и предусмотрено типажом, где из 125 типоразмеров 52 занимают фрезерные станки. Значительно должен пополниться парк специализированными токарными и револьверными станками. Раз-



Фиг. 2. Труборазвальцовочный станок ТР-1.



работано и проектируется оборудование для цехов подготовки производства, в том числе для обработки контуров штампов, изготовления шаблонов, координатно-расточные станки, для инструментальных работ и др.

Таблица 4  
Распределение трудоемкости  
производства изделий по видам  
механической обработки

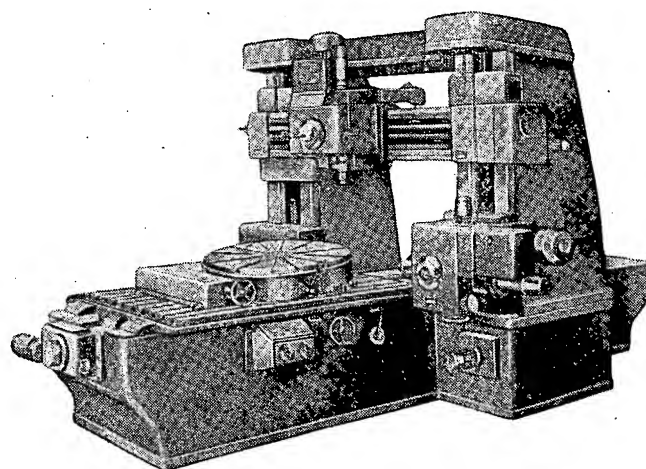
Виды работ	Процент от общей трудо- емкости
Токарные	21
Фрезерные	26
Револьверные	15
Сверлильные	14
Автоматные	7
Шлифовальные	4
Протяжные	2
Разные	11
Итого:	100

Типаж специализированного металлорежущего оборудования предусматривает создание станков с копировальным устройством, с гидравлической следящей системой для автоматического копирования по замкнутому контуру, фотокопировальных, работающих по магнитной записи и с программным управлением по заданным числам; агрегатных станков и полуавтоматов; силовых головок к агрегатным станкам.

Таблица 5  
Распределение специализированного металлорежущего  
оборудования, предусмотренного типажом НИАТ,  
по видам работ

Станки	Типоразмеры		
	общее число	изготавли- ются серийно	подлежат проектиро- ванию
Токарные	12	7	5
Фрезерные	52	33	19
Сверлильные и расточ- ные	7	4	3
Шлифовальные и отде- лочные	26	19	7
Агрегатные	15	—	15
Разные	13	5	8
Итого:	125	68	57

За последнее время на заводы поступили координатно-расточные станки ЛР-87 (фиг. 3) для сверления и растачивания отверстий диаметром до 250 мм с точностью до 0,01 мм в крупногабаритных деталях оснастки и некоторых деталях основного производства.

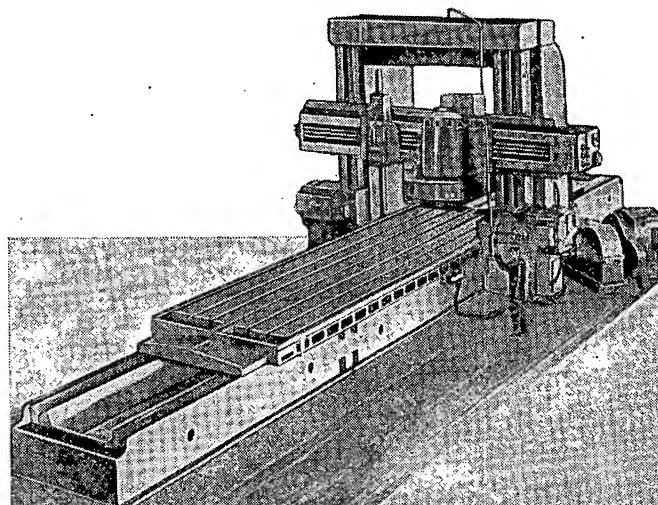


Фиг. 3. Координатно-расточной станок ЛР-87.

Налажен серийный выпуск продольно-строгального станка мод. НС-6 (фиг. 4) с вертикальной шлифовальной головкой, предназначенного для обработки крупных деталей типа плит разьема стапелей и др. На станке можно строгать и шлифовать различные плоскости размером до 2000×2500 мм, а также Т-образные пазы и V-образные направляющие. Его можно весьма эффективно использовать в цехах подготовки производства.

В значительном количестве поставлены заводам модернизированные продольные копировально-фрезерные станки ПКФ-8 и ПКФ-12 для обработки алюминиевых и стальных профилей переменного сечения. Они имеют бесступенчатую систему регулирования скорости подачи, гидравлическую следящую систему для вертикального, углового и поперечного копирования, быстродействующие зажимные фильерные приспособления. Станки КФС-20 после модернизации с успехом могут применяться для фрезерования панелей. Наибольшая длина детали 20 000 мм, ширина 800 мм.

Отлично показали себя в работе новые копи-  
ровально-фрезерные станки ГФ-314 (фиг. 5) для об-



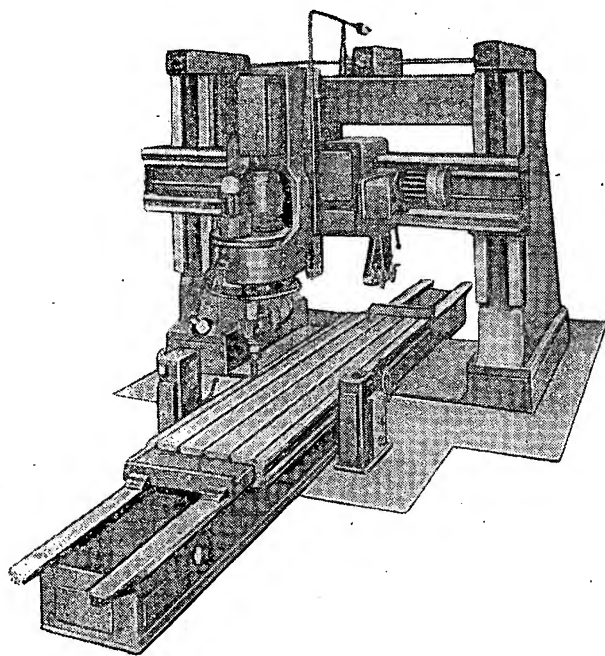
Фиг. 4. Продольно-строгальный станок НС-6.



работки плоских поверхностей и замкнутых фасонных контуров деталей из магниевых сплавов. Обработку ведут по накладному копиру с помощью электрического копировального устройства. Наибольшие размеры детали  $2400 \times 1600$  мм. На заводах за короткий период подобрана номенклатура деталей для обработки на этих станках, которые в настоящее время работают с полной загрузкой.

Освоено производство копировально-фрезерных станков 1С-221 с гидравлической следящей системой, предназначенных для фрезерования внутренних и наружных фасонных контуров деталей типа фитингов, кронштейнов и балок.

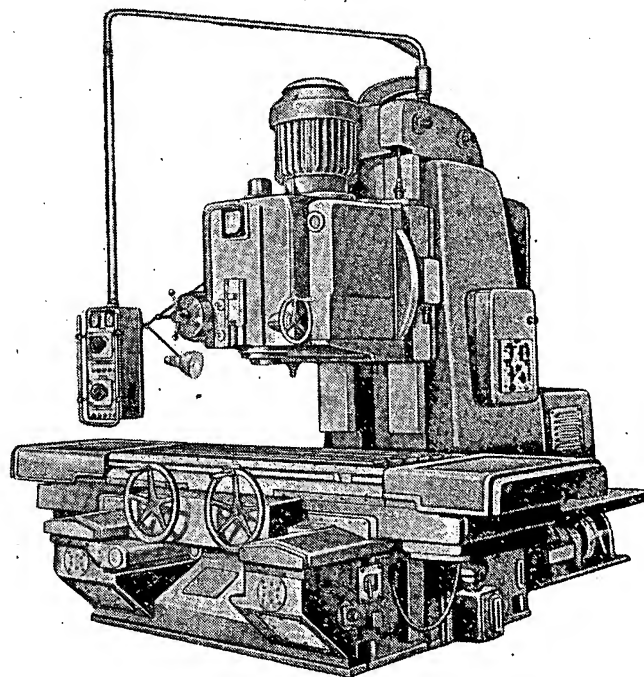
Изготовлена партия вертикальных копировально-фрезерных станков КФГ-1 и КФГ-2. На станке КФГ-1 (см. вклейку в № 6 журнала за 1956 г.) фрезеруют детали из стали и алюминиевых сплавов по плоскому или объемному копиру методом автома-



Фиг. 5. Копировально-фрезерный станок ГФ-314.

тического копирования с помощью гидравлической следящей системы. На станке КФГ-2 обрабатывают детали по замкнутому контуру с переменной малкой в поперечной плоскости. Кроме того, на нем возможна обработка концевой фрезой поверхностей объемных деталей путем автоматического копирования при периодической подаче на строчку в поперечном направлении.

В ближайшее время заводы также получат ряд специализированных станков, в том числе копировально-фрезерный станок КФП-1 для обработки верхних и нижних плоских поверхностей, боковых кромок с фасонным контуром и ребер жесткости монолитных панелей постоянного и переменного сечений. Он снабжен электрической следящей системой и вакуумным столом для крепления панелей. Длина панелей до 15 000 мм, ширина до 1500 мм. Будет внедрен также копировально-фрезерный



Фиг. 6. Бесконсольно-фрезерный станок 656.

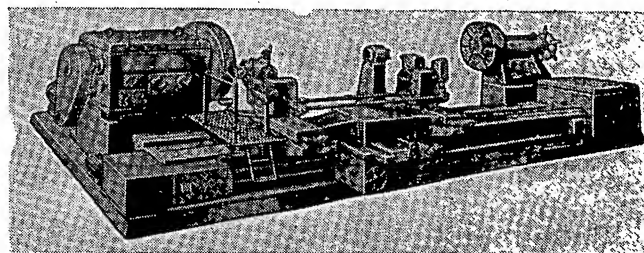
станок ГФ-315, рассчитанный на обработку деталей двойной кривизны типа окантовок, рам фонарей, каркасов люков и т. п. из магниевых сплавов. Он имеет пятикоординатную электрическую следящую систему для автоматического управления по копиру продольной подачей стола, поперечной подачей каретки, вертикальной подачей ползуна и двумя поворотами фрезерной головки. Наибольшие размеры обрабатываемой детали  $2400 \times 1500$  мм.

Будут поставлены бесконсольно-фрезерные станки 656 и 659. Станок 656 (фиг. 6) с встроенным столом размером  $630 \times 2100$  мм и поворотной бабкой имеет 18 скоростей шпинделя (40—2000 мм). Угол поворота шпинделя бабки  $\pm 30^\circ$ . Размер стола станка  $900 \times 2500$  мм.

Готовятся к выпуску:

— копировально-фрезерный станок КФГ-3 для обработки вафельных панелей, оборудованных четырьмя фрезерными головками, мощностью 7 кВт каждая;

— токарно-фрезерный копировальный станок ТФК-2 (фиг. 7) для обработки по копиру крупногабаритных деталей из легких сплавов. Максимальный диаметр обрабатываемой детали 2800 мм, наи-



Фиг. 7. Токарно-фрезерный копировальный станок ТФК-2.

большая длина 1500 мм. Предусмотрена возможность обработки тел вращения точением по плоскому копиру, для чего станок оснащен резцовой головкой;

— планетарный внутришлифовальный станок МВ-6020 для шлифования сквозных и глухих отверстий в траверсах, кронштейнах и подвесках шасси. Стол может перемещаться в горизонтальном и вертикальном направлениях, диаметр шлифуемого отверстия 90—320 мм, глубина 500 мм;

— пазошлифовальный станок МШ-102 для шлифования пазов и проушин глубиной 80—200 мм и шириной 10—250 мм;

— станок для мерной резки профилей длиной до 20 м под любым углом к продольной оси. Деталь быстро и точно устанавливается на заданную длину с помощью пневматического или гидравлического устройства. Должны быть поставлены дисковые пилы для резки прутков диаметром до 250 мм и пресованных профилей сечением до 300×300 мм из алюминиевых сплавов, а также пилы для резки прутков и профилей из нержавеющей стали и титановых сплавов.

НИАТ совместно с заводами разработано значительное количество технических заданий на проектирование и изготовление нового специального высокопроизводительного оборудования. В качестве примеров можно привести следующие станки:

— токарно-копировальный станок для обработки по копиру фасонных наружных и внутренних поверхностей деталей шасси типа цилиндров, штоков, осей и т. п., который должен обеспечить выполнение таких операций, как обточка по копиру наружной поверхности детали, расточка отверстий цилиндров по копиру и обточка под резьбу с нарезкой ее. На станке можно обрабатывать детали из легированных сталей 30ХГСА и 30ХГСНА при  $\sigma_b = 120—170 \text{ кг/мм}^2$ ;

— копировально-фрезерный станок для обработки плоских контуров с программным управлением. Фрезерование таких деталей, как шаблоны, рубильники, пластинчатые штампы и пр., ведут по контуру под любым углом, а также с переменной малкой в пределах от 0 до 60°;

— расточный копировальный станок для тонкой расточки, исключаяющей процесс шлифования, с телевизионным экраном для наблюдения за чистотой расточки в процессе обработки;

— копировально-фрезерный станок с одним вертикальным и двумя горизонтальными шпинделями для обработки вафельных панелей размером до 3000×20 000 мм, а также плоскостей разъема, контура и подсечек;

— координатно-расточный станок с программным управлением, с двумя вертикальными шпинделями и одним горизонтальным, с полезной площадью стола 1400×2200 мм. Продольный ход стола 3500 мм, поперечный ход вертикальных головок 2500 мм. Сверление и расточка отверстий по координатам выполняются с точностью до 0,001 мм по диаметрам отверстий и между осями. Расстояния от-

считываются автоматически, по заданию, записанному на магнитной ленте или перфокартах.

Следует особо отметить недостаточное внимание к созданию агрегатных станков и в первую очередь — силовых головок к ним. Однако ряд агрегатных станков уже спроектирован, и опытные образцы некоторых из них уже изготавливаются. Например, выпускается агрегатный фрезерный полуавтомат 71104 для чистовой обработки двумя наборами фрез проушин в деталях типа двусторонних вилок. Предусмотрена возможность последовательной и одновременной обработки левой и правой проушин. Длина детали 250—900 мм. Изготавливается агрегатный вертикальный сверлильно-расточной станок 71032 для сверления, расточки, зенкерования, развертывания и снятия фасок в стальных деталях шасси. Шпиндели сверлильных насадок могут устанавливаться на различном расстоянии друг от друга, в зависимости от обрабатываемой детали. Четырехпозиционный поворотный стол имеет четыре зажимных приспособления для закрепления деталей. Наибольший диаметр зенкерования и расточки 60 мм на длине 350 мм.

Агрегатный пятишпиндельный сверлильно-расточной станок 71033 предназначен для зенкерования, проточки канавок и подрезки торцов цилиндров. По направляющим станины перемещается самодействующая силовая головка с пятишпиндельной насадкой. На станине укреплен портал с шестипозиционным поворотным барабаном, на котором установлено шесть зажимных приспособлений для крепления деталей. Станок работает по полуавтоматическому циклу.

Оборудование для агрегатно-сборочных цехов. До 20% работ в этих цехах приходится на клепально-сборочные. Поэтому обеспечению их дальнейшей механизации должно быть уделено серьезное внимание.

Как следует из табл. 6, основное внимание в типаже клепально-сборочного оборудования уделяется созданию переносного сверлильного и зенковального оборудования и сверлильно-зенковально-клепальных автоматов, разработка которых предусматривается тематическим планом одной из лабораторий НИАТ.

Освоенное сверлильно-клепальное оборудование достаточно хорошо известно заводам, и на нем останавливаться едва ли следует. Необходимо отметить, что ряд установок выполнен только в виде опытных образцов. Они могут быть переданы в серийное производство в ближайший период в случае поступления заказов от заводов.

К такому оборудованию относятся следующие установки и механизмы:

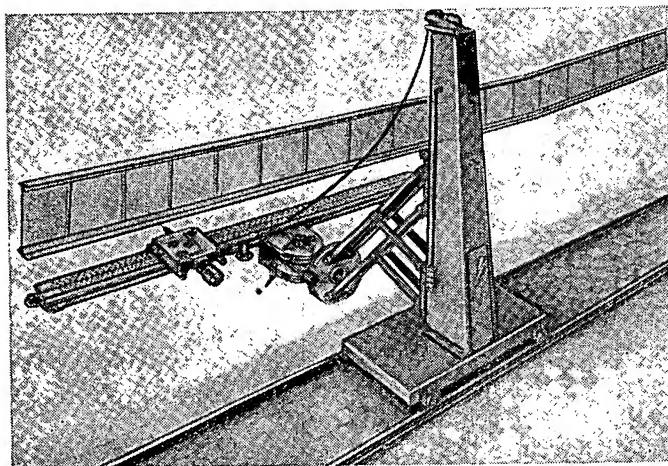
— сверлильно-зенковальная установка СЗАУ-ОК для группового сверления и зенкования отверстий в продольных швах панелей одинарной кривизны, создаваемая на базе сверлильно-зенковальных агрегатов СЗА-02; транспортно-выравнивающие устройства проектируются применительно к конструкции и конфигурации каждого узла или панели;

Таблица 6  
Распределение специального, специализированного и универсального оборудования по видам сверлильно-клепальных работ

Оборудование	Типоразмеры		
	общее число	изготавливаются серийно	подлежат проектированию
Стационарное сверлильно-зенковальное	5	3	2
Переносное сверлильное и зенковальное	15	10	5
Стационарное клепальное	7	6	1
Переносное клепальное ударного действия	9	6	3
Сверлильно-зенковально-клепальные автоматы	6	1	5
Монтажно-сборочное	4	4	—
Транспортно-выравнивающие устройства	2	2	—
Итого:	48	32	16

— сверлильная установка СУ-Л-1 для группового сверления отверстий в узлах типа лонжеронов и т. п. (фиг. 8), создаваемая на базе сверлильных агрегатов СА-1. Сверление и перемещение инструмента на заданный шаг осуществляются автоматически. Транспортно-выравнивающее устройство проектируется также в каждом отдельном случае, применительно к конструкции и конфигурации каждого узла.

Из переносного сверлильного и зенковального оборудования в ближайшее время намечены к серийному выпуску новые пневматические сверлильные машины Д-1м и Д-2м для сверления и зенкования отверстий диаметром соответственно 5 и 8 мм, с числом оборотов 3800 и 2200 в минуту.



Фиг. 8. Сверлильная установка СУ-Л-1.

Будет выпускаться также следующий ручной механизированный инструмент: угловая пневматическая сверлильная машина УД-2м для сверления в труднодоступных местах с максимальным диаметром сверления 10 мм и числом оборотов 2100 в минуту; пневматическая сверлильная быстроходная машина Д-2Б для сверления отверстий в тонких листах из легких сплавов с числом оборотов 15000 в минуту. Созданы пневматические клепальные молотки с виброгасящими устройствами: 57КМП-4 для расклепывания заклепок диаметром 4 мм, с числом ударов 1800 в минуту; 57КМП-5; 57КМП-6, 57КМП-8 и 57КМП-10 для расклепывания заклепок диаметром соответственно 5, 6, 8 и 10 мм.

Из переносных гидравлических прессов большого внимания заслуживают пневмогидравлические прессы КПГ-6 и КПГ-8, поставляемые одновременно с пневмогидравлическими агрегатами ПГА-6 и ПГА-8. Прессы предназначаются главным образом для клепки элементов каркаса, а также швов, расположенных в труднодоступных местах агрегатов.

Изготовлен опытный образец подвесной автоматической клепальной скобы АKN-3. Ею пользуются для клепки в труднодоступных местах агрегатов (например, шва, расположенного по хорде разрезных нервюр, при соединении двух половин секции — хвостовой части крыла, оперения и др.).

Из оборудования для монтажно-сборочных работ отработаны для серийного производства: реверсивная отвертка РПО-800; тарированный пневматический гайковерт Д2-ТР; пневматическая торцовая шлифовальная машинка ТШ-1 для снятия металла при сборочно-пригоночных работах, с числом оборотов шпинделя 12000 в минуту.

Приведенный выше краткий обзор, далеко не полностью охватывающий новые образцы внедряемого и находящегося в производстве и разработке специального и специализированного оборудования, позволяет все же сделать некоторые выводы.

Начатая НИИТ. работа по созданию типажа оборудования должна быть продолжена; имеющийся типаж следует систематически пополнять и совершенствовать. К этой работе должны быть привлечены как ОКБ, так и серийные заводы.

Требуется также создать типаж оборудования и для горячих цехов.

Необходимо всемерно развивать проектирование и централизованное изготовление агрегатных станков, и в первую очередь силовых головок, так как при наличии их серийные заводы смогут сами создавать агрегатные станки.

Нужно использовать все возможности для увеличения производственных мощностей станкостроительных заводов с тем, чтобы быстрее обеспечить промышленность высокопроизводительными специализированными станками.

## Сварка стали ЭИ736

Канд. техн. наук М. А. ЛЮСТРОВ и И. С. ЕЛКИН

**В** ИАМ разработал нержавеющей хромистую сталь ЭИ736 мартенситного класса, имеющую более высокую прочность при повышенных температурах по сравнению с существующими хромистыми сталями.

Для определения свариваемости стали ЭИ736 сваривали пластины толщиной 1,5; 2 и 4 мм аргоно-дуговой, ручной дуговой, автоматической под флюсом и контактной сваркой.

### Аргоно-дуговая сварка

Ручная аргоно-дуговая сварка образцов толщиной 1,5 мм выполнялась постоянным током прямой полярности с присадкой основного материала; ток 75—80 а.

Установлена хорошая свариваемость стали. При рентгеновском просвечивании и микроанализе в швах не обнаружено никаких дефектов. Как показывают испытания сварных образцов на разрыв (табл. 1), прочность сварного соединения лишь немного ниже, чем основного материала. При охлаждении с высоких температур сталь ЭИ736 подкаливается на воздухе, в результате чего твердость сварного шва и переходной зоны на расстоянии 5—7 мм от центра шва резко возрастает (фиг. 1). Это обстоятельство необходимо учитывать при изготовлении сварных деталей. Перед правкой сварные соединения следует подвергать термической обработке.

Таблица 1

Прочность на разрыв сварных соединений из стали ЭИ736, выполненных аргоно-дуговой сваркой

Режим термической обработки после сварки	Предел прочности в кг/мм <sup>2</sup>					
	основного материала			сварного соединения		
	температура в °С					
	20	300	500	20	300	500
Без термической обработки	83—89	65—69	50—53	—	—	—
	86	67	52			
Закалка с 1000°С, отпуск при 580°С в течение 2 час., охлаждение на воздухе	98—102	92—96	60—77	85—106	—	57—65
	101	94	67	100		61
Отпуск при 580°С в течение 2 час., охлаждение на воздухе	—	—	—	76—77	65—67	49—52
				76	66	51

Таблица 2

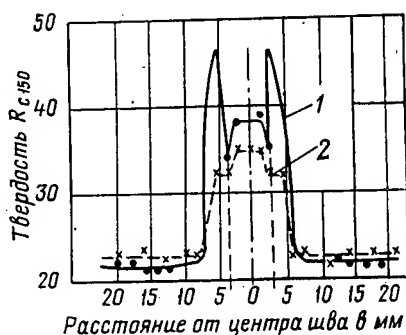
Испытание сварных образцов из стали ЭИ736, выполненных аргоно-дуговой сваркой, на загиб и на вдавливание шарика по Эриксену до разрушения  
Толщина свариваемых пластин 1,5+1,5 мм

Режим термической обработки после сварки	Угол загиба по шву в град.	Глубина вдавливания шарика по Эриксену в мм
Без термической обработки	—	1,65—2,5 2,07
Отпуск при 450°С в течение 2 час., охлаждение на воздухе	43—60	4,2—4,3
	52,3	4,25
Отпуск при 500°С в течение 2 час., охлаждение на воздухе	49—68	4,5—6,2
	58,3	5,35
Отпуск при 580°С в течение 2 час., охлаждение на воздухе	59—77	8,5—9,5
	68	9,15
Отпуск при 650°С в течение 2 час., охлаждение на воздухе	56—70	5,5—8,5
	65,3	7
Закалка с 1000°С, отпуск при 450°С в течение 2 час., охлаждение на воздухе	44—55	4,2—4,5
	50,3	4,35
Закалка с 1000°С, отпуск при 500°С в течение 2 час., охлаждение на воздухе	37—46	3,8—3,9
	42	3,8
Закалка с 1000°С, отпуск при 580°С в течение 2 час., охлаждение на воздухе	56—71	4,3—6,9
	64,3	5,6
Закалка с 1000°С, отпуск при 650°С в течение 2 час., охлаждение на воздухе	60—75	5,3—5,9
	68,3	5,6
Закалка с 1000°С, отпуск при 650°С, старение при 700°С в течение 16 час., охлаждение на воздухе	72—89	5,3—5,5
	80,5	5,4

Испытаниями на загиб и на вдавливание шарика по Эриксену (табл. 2) установлено, что максимальная пластичность сварных соединений достигается после их отпуска при 580°С с выдержкой в течение 2 час. или закалки с 1000°С, отпуска при 650°С и старения при 700°С в течение 16 час. с последующим охлаждением на воздухе. Однако последняя операция весьма длительная и не всегда может быть рекомендована.

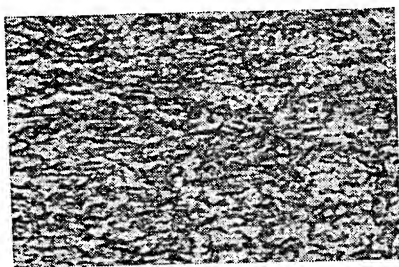
Металлографическим исследованием установлено, что сталь ЭИ736 в состоянии поставки имеет феррито-перлитную структуру (фиг. 2). При охлаждении с высоких температур на воздухе образуется мартенситная структура (фиг. 3). Отпуск сварных соединений при 400°С изменений не вносит. При



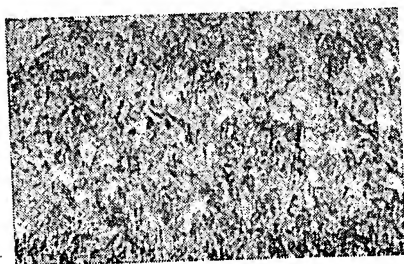


Фиг. 1. Кривые изменения твердости в сварном соединении.

1—до термической обработки; 2—после термической обработки.



Фиг. 2. Микроструктура стали ЭИ736 в состоянии поставки (X100).



Фиг. 3. Микроструктура сварного шва до термической обработки (X100).

температуре же  $450^{\circ}\text{C}$  происходит интенсификация структуры игольчатого характера и образование троостито-сорбитной структуры.

### Дуговая сварка покрытыми электродами

Ручная дуговая сварка пластин толщиной 2 мм выполнялась постоянным током 65—70 а.

Электроды изготовлялись в виде полосок из основного материала и из проволоки диаметром 2,5 мм из сталей Х20Н10Г6, Х18Н9Т и Ж1 с покрытием НЖ2. Наилучшие технологические свойства показали электроды со стержнями из сталей Х20Н10Г6 и ЭИ736.

Рентгеновским просвечиванием и микроанализом сварных швов установлено, что они хорошо проварены и не имеют внутренних дефектов. Результаты испытаний сварных соединений на разрыв и на

загиб при комнатной и повышенных температурах приведены в табл. 3.

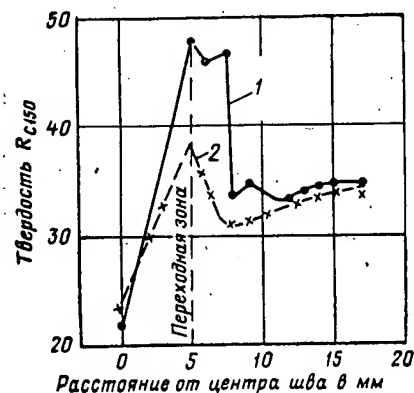
Таблица 3  
Механические свойства сварных соединений из стали ЭИ736, выполненных ручной дуговой сваркой

Материал электродов	Режим термической обработки после сварки	Предел прочности в кг/мм <sup>2</sup>			Угол загиба в град.
		температура в °C			
		20	300	500	
Сталь ЭИ736	Отпуск при 580°С в течение 2 час., охлаждение на воздухе	82—83	65—69	53—56	41—47
		82	67	54	44
Сталь Х20Н10Г6	То же	76—92	68—71	54—55	77—109
		81	70	55	102

### Автоматическая сварка под слоем флюса

Автоматическая сварка под слоем флюса пластин толщиной 2 и 4 мм выполнялась постоянным током прямой полярности с применением флюса АНЗ.

Скорость сварки составляла 25 м/час. При толщине пластин 2 мм применялась присадочная проволока из стали ЭИ654 диаметром 2 мм; напряжение на дуге было 22—25 в. При толщине пластин 4 мм использовалась проволока из стали Х20Н10Г6



Фиг. 4. Кривые изменения твердости в сварном соединении.

1—ручная дуговая сварка; 2—автоматическая сварка под флюсом (присадочная проволока из стали Х20Н10Г6).

диаметром 2,5 мм; напряжение на дуге составляло 23—27 в. Дефектов в сварных соединениях при рентгеновском просвечивании и металлографическом анализе не обнаружено. Прочность сварного соединения не уступает прочности основного материала (табл. 4). В отличие от аргоно-дуговой и дуговой сварки не наблюдается резкого повышения твердости в сварном шве и переходной зоне (фиг. 4).



Таблица 4

Механические свойства сварных соединений из стали ЭИ736, выполненных автоматической сваркой под флюсом

Толщина свариваемого материала в мм	Предел прочности в кг/мм <sup>2</sup>		Ударная вязкость в кгм/см <sup>2</sup>		Примечание
	основного материала	сварного соединения	основного материала	сварного соединения	
4	82—85 83	80—82 81	6—8 7	5—8 7	Испытание проводилось при температуре 20° С

## Роликовая сварка

Роликовая сварка пластин толщиной 1,5+1,5 мм из стали ЭИ736 проводилась на машине МШП-150 завода «Электрик» с прерывателем ПИШ-100. Режим сварки: время сварки 0,16—0,2 сек.; время паузы 0,2—0,24 сек.; скорость сварки 0,3—0,4 м/час; сварочный ток 8500—9000 а; давление на электродах 800—850 кг; нагрев 8—10 мин.

Установлено, что сталь ЭИ736 хорошо сваривается роликовой сваркой. Рентгеновским просвечиванием и металлографическим анализом дефектов в сварных соединениях не обнаружено. В табл. 5 приведены результаты испытаний на разрыв свар-

Таблица 5

Прочность на разрыв сварных соединений из стали ЭИ736, полученных роликовой сваркой, при нормальной и повышенных температурах

Толщина свариваемых пластин 1,5+1,5 мм

Режим термической обработки после сварки	Предел прочности сварного соединения в кг/мм <sup>2</sup>			Характер разрушения
	температура в °C			
	20	300	500	
Без термической обработки	82—78	70—61	60—51	По основному материалу
	81	68	59	
Отпуск при 580° C в течение 2 час., охлаждение на воздухе	76—74	67—61	52—47	То же
	75	64	50	
Закалка с 1000° C в течение 30 мин., охлаждение на воздухе	107—100	—	—	По переходной зоне
	104			

ных соединений, выполненных роликовой сваркой; снижение прочности сварного соединения по сравнению с основным материалом достигает 12%.

## Точечная сварка стали ЭИ736

Точечная сварка пластин толщиной 1,5 мм проводилась на машине ASEA-200. Режим сварки: время сварки 0,24—0,30 сек.; давление на электродах 500—550 кг; сварочный ток 5500—6000 а; диаметр электродов 5,5—6,0 мм.

При испытании на образцах технологической пробы обнаружено хрупкое разрушение сварной точки. Повышение пластичности сварных точечных соединений достигается применением термической обработки после сварки по режиму: отпуск при температуре 580° С в течение 2 час., охлаждение на воздухе. Прочность сварных точечных соединений (табл. 6) определялась испытанием образцов на срез при различных температурах. Незначительное повышение прочности при температуре 300° С по сравнению с прочностью, полученной при комнатной температуре, объясняется повышением пластичности сварной точки. При температуре —70° С снижения прочности сварной точки не наблюдается.

Таблица 6

Прочность на срез сварной точки соединений из стали ЭИ736

Толщина свариваемых пластин 1,5+1,5 мм

Режим термической обработки после сварки	Разрушающая нагрузка на точку в кг			
	температура в °С			
	—70	20	300	500
Отпуск при 580° С в течение 2 час., охлаждение на воздухе	1140—1030 1072	1460—1050 1072	1500—1250 1362	1340—1230 1274

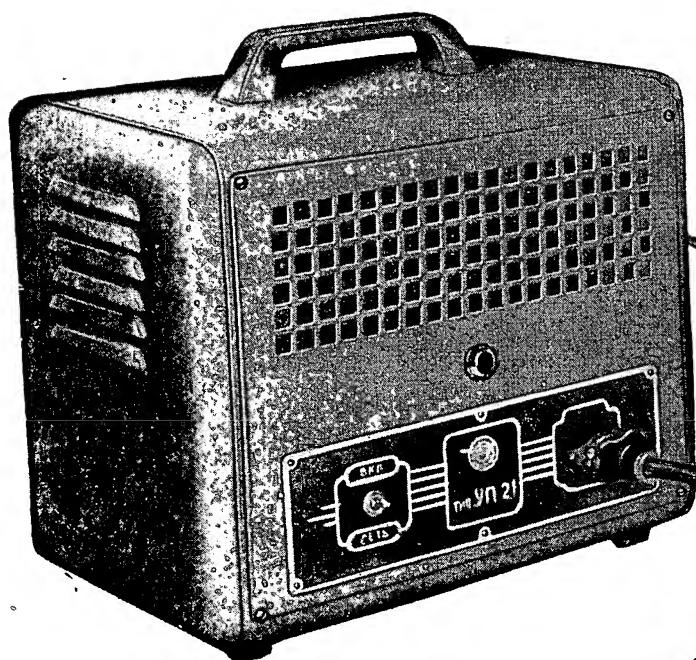
## Выводы

1. Сталь ЭИ736 хорошо сваривается аргонодуговой, ручной дуговой, автоматической под флюсом и контактной сваркой.

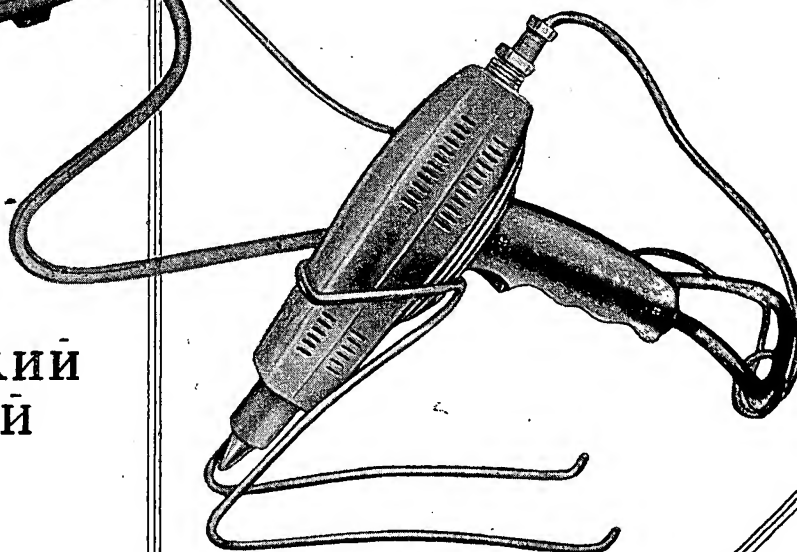
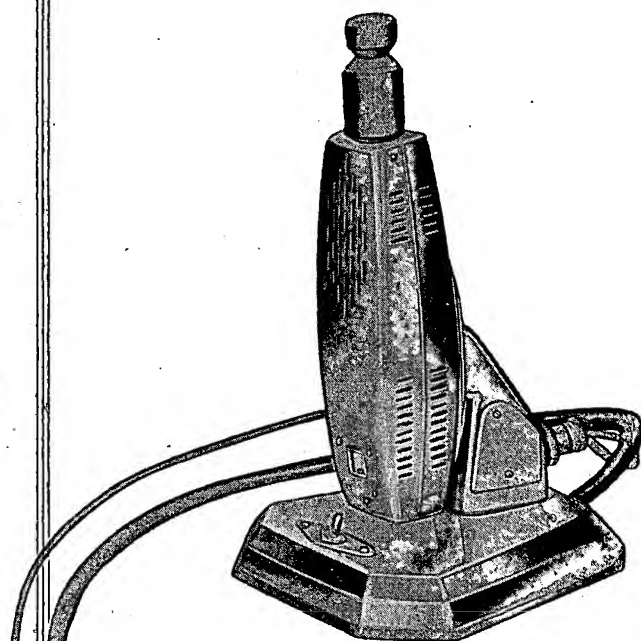
2. Узлы, выполненные с применением указанных видов сварки, необходимо подвергать отпуску при 580—600° С в течение 2 час. и охлаждению на воздухе.

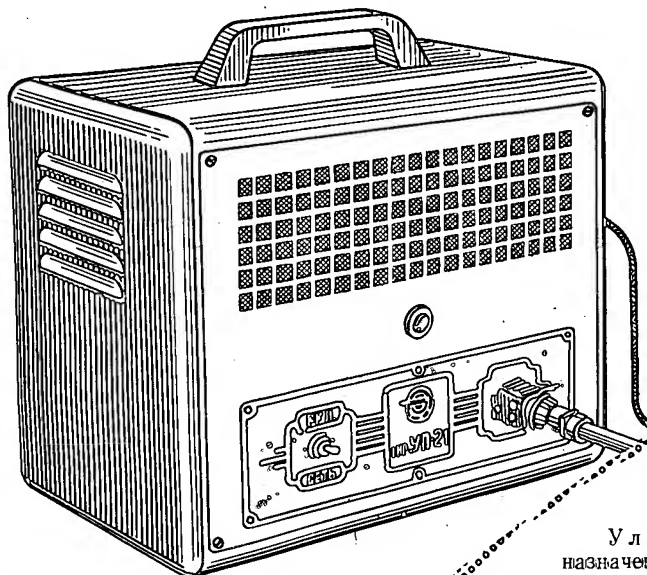
3. В качестве присадочного материала при сварке плавлением рекомендуется применять проволоку из сталей ЭИ736 или Х20Н10Г6.

# УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ПАЯЛЬНИК УП-21



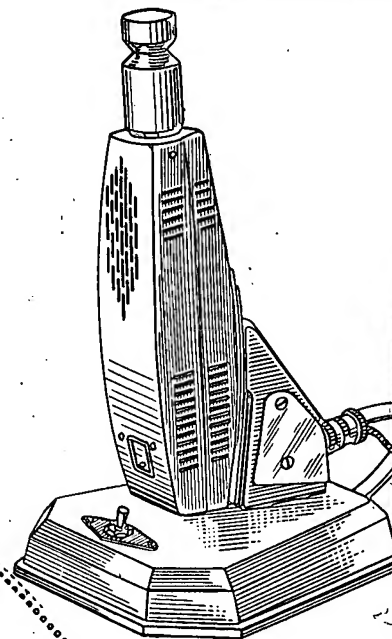
НАУЧНО-  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
ИНСТИТУТ





## Ультразвуковой паяльник и ультразвуковая ванна УП-21

Ведущий конструктор  
Л. Н. Нечаева



Ультразвуковой паяльник предназначен для лужения и пайки деталей из алюминия и его сплавов мягкими припоями без применения флюса. Медный стержень паяльника жестко соединен с магнитострикционным вибратором. Паяльник для удобства пользования оформлен в виде пистолета и поставляется комплектом с блоком питания. Ламповый усилитель, имеющийся в блоке питания, благодаря введению положительной обратной связи образует совместно с вибратором паяльника автоколебательную систему. Генерируемый при этом переменный ток ультразвуковой частоты вследствие эффекта магнитострикции возбуждает вибратор. Вместе с вибратором колеблется и стержень паяльника. Частота генерируемого тока автоматически подстраивается в резонанс с частотой собственных колебаний вибратора, благодаря чему поддерживаются интенсивные колебания последнего.

В процессе пайки паяльник возбуждает в расплавленном припое ультразвуковые колебания. Возникающая при этом кавитация вызывает разрушение оксидной пленки на поверхности алюминия. Очищенная от окислов поверхность смачивается припоем и хорошо лудится. В дальнейшем луженые детали можно паять ультразвуковым или обычным паяльником.

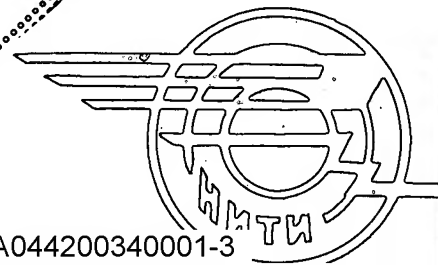
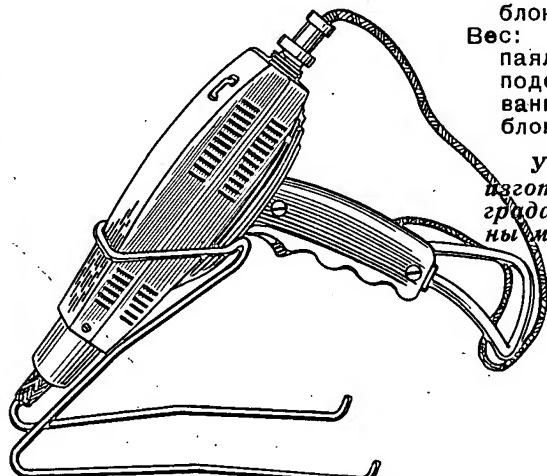
Паяльник подключается к блоку питания двумя гибкими кабелями со штепсельными разъемами и к питающей сети — гибким кабелем со штепсельной вилкой. Нагревательный элемент паяльника питается от понижающей обмотки силового трансформатора, имеющегося в блоке питания, и включается при подключении блока питания к сети. Обмотка возбуждения включается с помощью выключателя, расположенного на рукоятке пистолета. При разомкнутом выключателе лампы оконечного каскада блока питания загораются, благодаря чему срок службы их удлиняется. В нерабочем состоянии паяльник хранится на специальной подставке, входящей в комплект устройства.

Ультразвуковая ванна предназначена для пайки и лужения методом окунания мелких деталей и проводов из алюминия и алюминиевых сплавов. Пайка осуществляется мягкими припоями без применения флюса. Ванна работает по тому же принципу, что и ультразвуковой паяльник.

### ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Рабочая частота	20 кГц
Выходная мощность	40 Вт
Мощность, потребляемая нагревательным элементом	100 Вт
Питание от сети переменного тока	110/127/220 В, 50 Гц
Габаритные размеры:	
паяльника	300×170×50 мм
подставки под паяльник	205×105×138 мм
ванны	288×200×162 мм
блока питания	332×310×250 мм
Вес:	
паяльника	1 кг
подставки под паяльник	0,25 кг
ванны	1,7 кг
блока питания	14 кг

Ультразвуковой паяльник УП-21 и блок питания изготавливаются по чертежам НИТИ заводом Ленинградского Совнархоза; чертежи ультразвуковой ванны можно получить в НИТИ.



## Сдаточное испытание — неотъемлемая часть процесса изготовления двигателя

(В порядке обсуждения)

Н. Г. САМАРОВ

Одной из особенностей существующей технологии производства авиационных двигателей является их двукратная сборка. Двигатели собирают, испытывают, дефектируют и собирают вторично, на этот раз окончательно. Такое построение технологического процесса позволяет оценить состояние узлов и деталей, прошедших обкатку и приработку.

В чертежах узлов и деталей, кроме размеров, чистоты поверхности, веса и материала, часто даются еще технические условия на их приемку — твердость, неуравновешенность, биение, положение тех или иных поверхностей в пространстве и т. д. Конструктор, создавая новую деталь, оговаривает все эти основные и дополнительные характеристики. Однако после первого же испытания этих деталей на работающем двигателе их характеристики изменяются и зачастую существенно. Так, в результате механической нагрузки, часто сочетающейся с термической напряженностью, происходит деформация деталей. Одновременно с изменением основных геометрических размеров (толщины, диаметра) увеличиваются взаимные биения поверхностей и изменяются зазоры в узлах. Известно, например, что в ходе сдаточного испытания лопатки газовой турбины вытягиваются, в силу чего уменьшается зазор между вершинами лопаток и ободом турбины и увеличивается биение лопаток относительно оси вращения ротора. Последнее влечет за собой увеличение неуравновешенности ротора. Подобные изменения могут привести к тому, что после первого, даже кратковременного, испытания размеры деталей не будут укладываться в пределы допусков, заданных чертежами и техническими условиями. По установившейся практике такие детали, как правило, бракуются. Однако следует считать, что изменения характеристик деталей и узлов за время сдаточного испытания являются нормальным результатом приработки. Подвергаясь на работающем двигателе механической, тепловой и вибрационной нагрузкам, они, естественно, изнашиваются или деформируются.

В начале эксплуатации происходит быстрый износ поверхностей (срабатываются гребешки микронеровностей), затем он на продолжительное время стабилизируется, а потом вновь быстро возрастает вплоть до разрушения детали. После приработки в ряде случаев размеры деталей выходят за пределы допусков, тем более, если деталь изготовлена с одним из предельных допусков. Представляет большой интерес и то, что детали, которые не подвергаются непосредственному износу, а работают при тепловой и механической нагрузках, деформируются в начале эксплуатации на значительную

величину, которая затем также стабилизируется. При этом, как правило, наблюдается потеря твердости, так как в процессе нагрева и охлаждения лопаток происходит своеобразный отпуск.

Из всего сказанного ясно, что после сдаточного испытания, которое на разных заводах называется приработкой или обкаткой, не сохраняются характеристики ряда деталей. Эти изменения неизбежны и должны быть отражены в специальных документах, хотя бы для ограниченного ряда деталей, прошедших обкатку на работающем двигателе, а допуски для таких деталей должны быть расширены по сравнению с допусками для новых деталей и узлов. Понятно, что размер и характер неизбежных и допустимых изменений невозможно рассчитать теоретически. Их можно установить только на основе обработки статистических материалов по микрообмерам и характеристикам деталей до и после испытания.

Разные заводы по-разному решают эти вопросы. Так, в ряде случаев создаются эталоны, отражающие состояние поверхности деталей после сдаточных испытаний; временные нормы на отдельные элементы для отдельных этапов освоения; таблицы отпечатков на зубья конических колес для новых и обкатанных на двигателе пар; принимаются различные допуски на радиальные зазоры в турбинах для сдаточного и контрольного испытаний и т. п.

По мнению автора, для некоторого количества узлов и деталей, типичных для реактивных двигателей, следует установить эталоны или временные нормы, определяющие качество деталей после сдаточного испытания. Ниже приводится основной перечень показателей, на которые должны быть установлены нормы:

- а) люфты шариковых и роликовых подшипников;
- б) износ сепараторов подшипников;
- в) износ уплотнительных колец на валах и каналов для них;
- г) износ зубьев всех видов колес;
- д) боковые зазоры в зацеплении;
- е) зазоры по турбине;
- ж) размеры дисков и лопаток;
- з) твердость лопаток;
- и) закрутка пера лопаток;
- к) зазоры в замковом соединении лопаток;
- л) пропускная способность и другие характеристики топливных форсунок;
- м) балансировка роторов.

Для ряда трущихся деталей следует эталонировать допустимое изменение чистоты поверхности.

Все сказанное имеет большое значение именно потому, что указанные изменения происходят на



работающем двигателе почти мгновенно. А это значит, что машина практически работает не с теми допусками, которые заданы конструктором, а с новыми, образовавшимися после приработки.

Таким образом, сдаточное испытание надо рассматривать не как начало эксплуатации, а как составную технологическую операцию в процессе изготовления двигателя, служащую продолжением механической, а иногда и термической обработки его деталей.

Конструктор, который разрабатывает допуски и определяет ресурс двигателя, должен принимать в расчет именно те характеристики деталей и узлов, которые получены после сдаточного испытания.

Чтобы конструктор и технолог могли учесть изменения характеристик деталей в ходе обкатки и корректировать их в процессе доводки двигателя на различных этапах его освоения, требуется фактический материал. При сборе его необходимо:

а) определить перечень отдельных деталей и узлов, подлежащих измерению или визуальному контролю после сдаточного испытания;

б) разработать форму учета измерений и форму для дефектации;

в) провести измерения до и после нескольких десятков испытаний и тщательно их зафиксировать;

г) обработать накопленный статистический материал, т. е. построить таблицы, дающие сравнительную характеристику элементов до и после сдаточного испытания, и на основании их рассмотреть, целесообразно ли вводить новые (временные) нормы или эталоны и какие именно.

В качестве формы технической документации, необходимой для накопления статистических материалов, рекомендуется карта контроля сборки и обмера, которая должна иметь три основных графы: требования по ТУ и чертежу; фактическое состояние детали при первой сборке; фактическое состояние детали при второй сборке. На одном из заводов аналогичная работа ведется много лет и дает возможность конструкторам и технологам обоснованно и своевременно корректировать соответствующую техническую документацию.

В таблице приведено несколько примеров изменения характеристик деталей и узлов после сдаточного и длительного испытаний, взятых на основании статистических материалов.

Среди многих конструкторов распространено мнение, что всех этих изменений можно избежать путем так называемой технологической компенсации. Они, например, считают, что деформации дисков лопаток, корпусов и других деталей можно предотвратить особым режимом старения. При этом термообработка должна имитировать режимы эксплуатации двигателя. В ряде случаев, там, где это необходимо, следует найти средство для сохранения характеристик деталей в пределах допусков, заданных для новых деталей. В других случаях рекомендуется расширить допуски при изготовле-

Изменение характеристик деталей и узлов после сдаточного и длительного испытаний

Деталь или узел	Характеристика замера (качественный показатель)	Количественный показатель		
		новая деталь	после сдаточного испытания	после длительного испытания
Лопатка газовой турбины	Твердость по Роквеллу $R_c=150$	30	26	26
	Вытяжка пера в мм	0,00	0,04	0,01
	Вытяжка по диаметру в мм	0,00	0,75	0,20
Диск газовой турбины	Биеение торца обода относительно оси вращения	0,05	0,20	0,20
Ротор компрессора	Неуравновешенность в гсм	30	200	200
Форсунки камеры сгорания	Неравномерность истечения горючего по секторам в %	16	25	30
Газовая турбина	Радиальный зазор в мм	3,3	3,0	3,0
Уплотнительные кольца на валах роторов	Боковой зазор в мм	0,05	0,25	0,30

нии, так как они все равно не выдерживаются на работающей машине. Для ограниченного количества узлов или агрегатов может быть следует предусмотреть измерения после обкатки и контролировать их.

В каждом конкретном случае это должен решать конструктор совместно с технологом после обработки статистических материалов. Технологический контроль чертежей должен проводиться с целью обеспечения технических условий не только для новых деталей, но и для деталей, прошедших сдаточные испытания на двигателе.

Обработка статистических материалов по всем заводам, выпускающим реактивные двигатели, может натолкнуть на совершенно новые и даже неожиданные выводы. Не исключено, что для реактивных двигателей, вероятно, можно вообще отказаться от сдаточных испытаний и второй сборки, а сразу проводить окончательную сборку, сохранив переборку для отдельных узлов или агрегатов. Примеры подобных решений имелись в прошлом и по поршневым двигателям, несмотря на то, что в этих двигателях было несравненно больше трущихся и изнашивающихся деталей, чем в реактивных.

На заводе были успешно проведены длительные испытания двигателей после первой сборки (без обкатки) в тех случаях, когда учитывались и корректировались данные статистических обмеров после сдаточных испытаний (зазоры в турбине и компрессоре, вытяжка дисков турбин, характе-



ристики топливных форсунок и т. д.). Нет надобности подробно останавливаться на том, какая экономия горючего, времени и средств достигается в этом случае. Однако, чтобы иметь полное основание

для такого вывода, следует на всех заводах обрабатывать и обсудить данные статистических материалов об изменениях, которые наступают в отдельных деталях и узлах после сдаточных испытаний.

## Термическая обработка титановых сплавов ВТЗ и ВТЗ-1

С. Г. ГЛАЗУНОВ, Г. М. КОХОВА и О. П. СОЛОНИНА

### Изотермический отжиг стабилизирует свойства

Если в первый период своего развития титановые сплавы применялись преимущественно в горячем или отожженном состоянии, то в настоящее время, в связи с получением новых данных по структурным превращениям в этих сплавах, все более значительную роль начинает играть термическая обработка, применяемая с целью получения оптимального сочетания механических свойств.

В данной статье приведены результаты исследования по изучению термической обработки сплавов ВТЗ и ВТЗ-1.

Возможны три типа термической обработки, которые зависят от типа диаграммы состояния и химического состава:

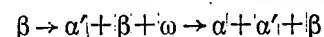
- 1) выделение новой фазы из пересыщенного твердого раствора  $\beta$ -фазы;
- 2) эвтектидный распад  $\beta$ -фазы на две новые фазы;
- 3) превращение в некоторую метастабильную структуру, например в  $\alpha'$ -фазу.

В каждом термически обрабатываемом сплаве можно обнаружить по крайней мере одну из этих реакций и использовать их:

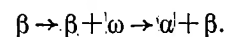
Титановые сплавы, в состав которых входят элементы, стабилизирующие  $\beta$ -фазу, способны закаливаться. При быстром охлаждении с температуры  $\beta$ -фазы эти сплавы претерпевают мартенситное превращение\* с образованием  $\alpha'$ -структуры. Если таких элементов содержится более 10%,  $\beta$ -фазу можно зафиксировать закалкой при комнатной температуре. В определенных условиях подобные сплавы могут быть подвергнуты дисперсионному твердению.

В процессе старения титановых сплавов, содержащих остаточную  $\beta$ -фазу, при температуре ниже 540°С происходит частичный распад метастабильной  $\beta$ -фазы с образованием дисперсной  $\alpha$ -фазы. После выдержек при повышенных температурах у сплавов, содержащих  $\beta$ -стабилизаторы, снижается пластичность и возрастает прочность\*\*. Как установлено рентгеноструктурным методом\*\*\*, это ох-

рупчивание вызывается наличием промежуточной  $\omega$ -фазы, которая образуется при распаде нестабильной остаточной  $\beta$ -фазы по реакции:



или



Пластичность можно восстановить повторным старением сплавов, когда  $\omega$ -фаза полностью исчезнет.

В статье описывается работа по изучению влияния термической обработки на механические свойства сплавов ВТЗ и ВТЗ-1.

Для исследования в электродуговой печи методом двойного переплава из прессованного электрода были выплавлены слитки весом 5—100 кг. Исходным материалом служил губчатый титан ТГО и ТГ1. После обточки слитки проковывались на прутки диаметром 12 мм. Образцы, вырезанные из прутков, подвергались термической обработке по различным режимам.

Металлографический анализ проводился на шлифах, приготовленных на заторцованных плоскостях головок гагаринских образцов. Для травления использовался реактив, состоявший из HF (10 см³), HNO₃ (30 см³) и H₂O (остальное). Время травления от 1 до 5 сек.

Закалка. Образцы нагревались в печах с воздушной атмосферой и охлаждались в ледяной воде.

Механические свойства сплавов ВТЗ и ВТЗ-1 после закалки с различных температур приведены на фиг. 1.

При закалке сплавов резкое изменение механических свойств происходит в области температур, близкой к температуре фазового превращения. При переходе из смешанной  $\alpha + \beta$ -области в  $\beta$ -фазу возрастает предел прочности и резко уменьшается пластичность сплавов.

После закалки с температур  $\beta$ -фазы в основном образуется  $\alpha'$ -фаза мартенситного типа, а с температур  $\alpha + \beta$ -фаз —  $\alpha + \alpha'$ -фазы; остаточная  $\beta$ -фаза в обоих случаях определяется только рентгенографически.

Микроструктура сплава ВТЗ после закалки приведена на фиг. 2.

\* P. D. Frost, «Iron Age», 1955, v. 175, № 26.

\*\* «Metal Industry», 1956, v. 80, № 20.

\*\*\* P. D. Frost, «Journal of Metals», 1956, v. 8, sect. 1, № 1.

Первичная  $\alpha$ -фаза — более светлая, при закалке сплавов с температур  $\alpha+\beta$ -фаз распределяется в основном по границам бывших зерен  $\beta$ -фазы и между иглами  $\alpha'$ -фазы. В сплаве ВТЗ-1 остаточ-

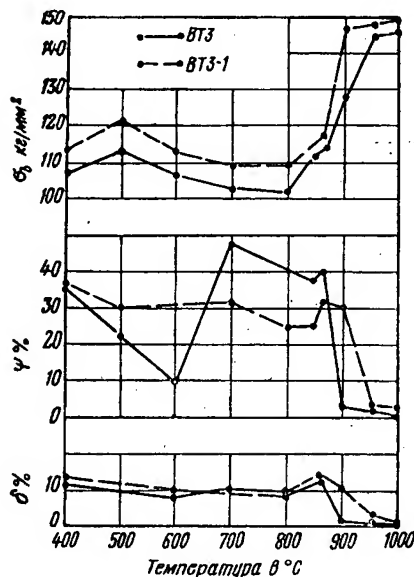
уменьшении прочности. Однако по сравнению со сплавами в отожженном состоянии прочность увеличивается.

Отжиг. Сплавы ВТЗ и ВТЗ-1 обладают до-

Таблица 1

Влияние двойного отжига на механические свойства сплавов ВТЗ и ВТЗ-1

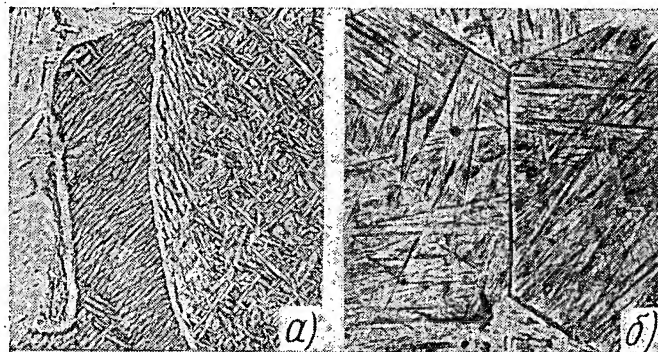
Температура 1-го отжига в °С	Механиче- ские свойства	Температура 2-го отжига в °С								
		400	450	500	550	600	650	700	750	800
ВТЗ										
980	$\sigma_b$ кг/мм <sup>2</sup>	103,0	105,0	107,0	107,0	110,0	106,0	104,0	106,0	102,0
	$\delta$ %	13,0	12,3	12,0	13,0	11,0	13,0	14,0	14,0	14,0
	$\psi$ %	30,0	22,0	24,0	22,0	22,0	30,0	34,0	35,0	33,0
850	$\sigma_b$ кг/мм <sup>2</sup>	104,0	100,0	100,5	107,1	109,0	107,0	107,0	108,0	104,0
	$\delta$ %	14,0	15,0	14,0	8,9	9,0	12,0	14,0	15,0	17,0
	$\psi$ %	47,0	46,0	39,0	21,0	18,0	28,0	41,0	40,0	44,0
ВТЗ-1										
980	$\sigma_b$ кг/мм <sup>2</sup>	117,0	120,0	119,0	103,0	115,0	110,0	108,0	107,0	104,0
	$\delta$ %	8,2	9,0	8,2	9,0	9,0	9,0	11,0	11,0	12,0
	$\psi$ %	19,0	19,5	16,0	27,0	19,0	27,0	31,0	33,0	34,0
850	$\sigma_b$ кг/мм <sup>2</sup>	114,0	112,0	112,0	112,0	108,0	104,0	104,0	104,0	101,0
	$\delta$ %	14,0	14,0	14,0	16,0	15,0	15,0	17,0	15,0	17,0
	$\psi$ %	50,0	53,0	53,0	54,0	54,0	56,0	56,0	43,0	46,0



Фиг. 1. Влияние температуры закалки на механические свойства сплавов ВТЗ и ВТЗ-1.

ная  $\alpha$ -фаза располагается, кроме того, отдельными участками. Имеющийся молибден измельчает структуру этого сплава.

Отпуск. Влияние отпуска в течение 1 часа на механические свойства сплавов ВТЗ и ВТЗ-1 после закалки с температур 850°С ( $\alpha+\beta$ -фаз) и 980°С ( $\beta$ -фазы) представлено на фиг. 3.



Фиг. 2. Микроструктура сплава ВТЗ после закалки в воду (X100).

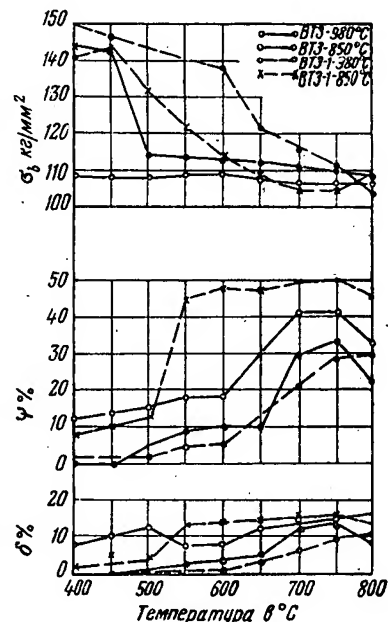
а — с температуры 850°С; б — с температуры 980°С.

Отпуск при низких температурах недостаточен для улучшения пластичности сплавов. При температурах выше 600—650°С происходят диффузионные процессы, коагулирует остаточная  $\alpha$ -фаза (при закалке с температур  $\alpha+\beta$ -фаз), а также повышается пластичность сплавов при определенном

статочны высокими характеристиками прочности и пластичности, если температура отжига не ниже 650°С.

При температурах отжига ниже 650°С пластичность сплавов, особенно величина поперечного сужения, снижается.

Было исследовано влияние двойного отжига на механические свойства сплавов ВТЗ и ВТЗ-1. Первичный отжиг в течение 1 часа был проведен при двух температурах: а) в области  $\alpha+\beta$ -фаз при 850°С и б) в области  $\beta$ -фазы при 980°С. Каждая группа образцов была подвергнута вторичному отжигу в течение 1 часа при различных температурах (от 400 до 800°С).



Фиг. 3. Влияние отпуска в течение 1 часа на механические свойства сплавов ВТЗ и ВТЗ-1.

Результаты испытания механических свойств сплавов ВТЗ и ВТЗ-1 после двойного отжига приведены в табл. 1.

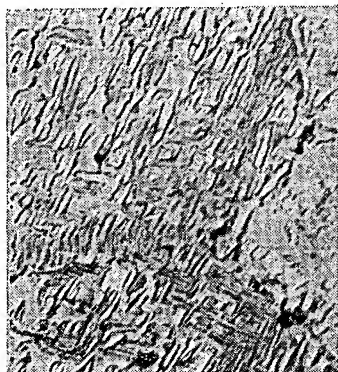
Из данных таблицы следует, что отжиг при 650—800°С обеспечивает более высокие пластические ( $\delta$  и  $\psi$ ) свойства сплавов.

Изотермическая обработка. Гомогенизация сплавов при изотермической обработке проводилась при температурах: а) в области  $\alpha+\beta$ -фаз, вблизи температуры фазового превращения и б) в области  $\beta$ -фазы.

Наилучшее сочетание механических свойств было получено при температуре гомогенизации в интервале 850—900°С и изотермическом превращении при 600—700°С.

Охрупчивание сплавов. Сплавы титана, относящиеся к смешанной ( $\alpha+\beta$ -фаз) группе, склонны к охрупчиванию после длительных выдержек при повышенных температурах.

Поэтому для выбора режима термической обработки все сплавы были проверены на термическую стабильность при 450°С и выдержке 100 час. Сплав ВТЗ оказался склонным к охрупчиванию после всех примененных режимов термической обработки. При проверке на термическую стабильность при 400°С лучшие свойства были получены



Фиг. 4. Микроструктура сплава ВТЗ, состаренного при 600°С ( $\times 100$ ).

после изотермической обработки, однако отдельные случаи охрупчивания наблюдались и здесь.

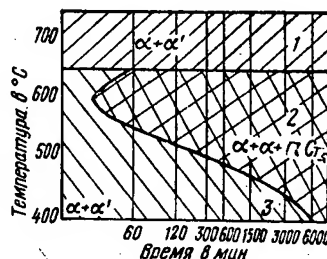
Причиной охрупчивания служит метастабильная остаточная  $\beta$ -фаза, количество которой столь мало, что обнаружить ее можно только рентгеноструктурным методом\*. При нагреве охрупченного сплава до 700—750°С восстанавливается пластичность, количество  $\beta$ -фазы уменьшается, а  $\alpha$ -фазы — увеличивается.

При 450—600°С дополнительным фактором, вызывающим охрупчивание, является интерметаллидное соединение  $TiCr_2$ , которое выделяется при старении. Микроструктура сплава ВТЗ, состаренного при 600°С, показана на фиг. 4. Распределение фаз у этого сплава в отожженном состоянии приведено на фиг. 5.

Оптимальные свойства сплава ВТЗ, рекомендуемого для работы при 350—400°С, получаются при

одинарном или изотермическом отжиге в интервале температур  $\alpha+\beta$ -фаз вблизи температуры полного фазового превращения.

Сплав ВТЗ-1 стабилен при 450—500°С только после изотермического отжига, когда концентрация хрома в  $\beta$ -фазе превышает среднее содержание его в сплаве. В процессе старения происходит увеличе-



Фиг. 5. Распределение фаз у сплава ВТЗ в отожженном состоянии.

1—сплав обладает хорошей пластичностью; 2—сплав обладает высокой прочностью и низкой пластичностью; 3—сплав обладает удовлетворительными прочностью и пластичностью.

ние  $\beta$ -фазы за счет обогащения главным образом молибденом. В соответствии со структурными изменениями в сплавах ВТЗ и ВТЗ-1 изменяются и механические свойства (табл. 2).

Таблица 2  
Механические свойства сплавов ВТЗ и ВТЗ-1 после термической обработки

Режим термической обработки	Сплав ВТЗ			Сплав ВТЗ-1		
	$\sigma_b$ кг/мм <sup>2</sup>	$\delta$ %	$\psi$ %	$\sigma_b$ кг/мм <sup>2</sup>	$\delta$ %	$\psi$ %
Отжиг при 750°С—1 час, охлаждение на воздухе	103,0	12,0	34,0	101,0	13,0	35,0
Отжиг при 750°С—1 час и старение при 450°С—100 час.	117,0	6,0	13,0	105,0	8,5	13,5
Изотермический отжиг: гомогенизация при 870°С—1 час, перенос на 650°С—2 часа, охлаждение на воздухе	—	—	—	103,0	14,0	38,0
Изотермический отжиг по указанному выше режиму и старение при 450°С—100 час.	—	—	—	108,0	14,0	35,0

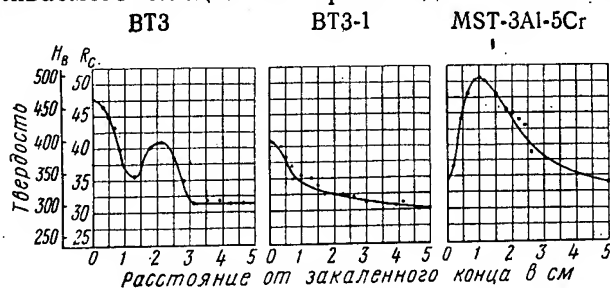
Из данных табл. 2 вытекает, что для получения сплавов, имеющих стабильные свойства при повышенных температурах, надо применить определенное легирование и термическую обработку. Необходимо, чтобы количество эвтектоидообразующих элементов превышало количество элементов изоморфных  $\beta$ -фазе не более чем на 0,5%.

Прокаливаемость. После торцевой закалки образцов диаметром 25 мм и длиной 100 мм были построены кривые изменения скорости охлаждения и твердости в зависимости от расстояния до закаливаемого конца для сплавов ВТЗ, ВТЗ-1 и MST-3Al-5Cr (фиг. 6).

Для определения скорости охлаждения через 20 мм по длине образца были высверлены гнезда для термопар. Термопары соединяли с приборами ЭПД-17, отмечавшими скорости охлаждения; промежуточные точки определяли экстраполяцией.

\* Н. И. Блок, Н. Ф. Лашко и А. И. Глазова, «Заводская лаборатория», 1956, № 1.

По прокаливаемости сплавы ВТЗ и ВТЗ-1 подобны слабопрокаливаемым малолегированным сталям. Пик твердости у этих сплавов находится у закаливаемого конца. На кривой для сплава ВТЗ



Фиг. 6. Прокаливаемость сплавов ВТЗ, ВТЗ-1 и MST-3Al-5Cr.

имеется перегиб, который свидетельствует о наличии превращения в сплаве в зависимости от скорости охлаждения. В сплаве ВТЗ-1 это превращение мало заметно из-за наличия молибдена.

Прокаливаемость сплавов, содержащих 5% элементов, стабилизирующих  $\beta$ -фазу (MST-3Al-5Cr), повышается. Пик твердости обнаруживается на некотором расстоянии от закаливаемого конца (см. фиг. 6). Подобный характер изменения твердости дает возможность упрочнять закаленные сплавы путем старения.

## Выводы

1. Сплавы ВТЗ и ВТЗ-1 способны подвергаться термической обработке.

2. Закалка и отпуск повышают прочность сплавов. Отжиг улучшает механические свойства сплавов, но не обеспечивает их полной стабильности в интервале температур 400—600°С при длительных выдержках.

3. Изотермический отжиг стабилизирует свойства сплава ВТЗ-1 при температурах до 500°С.

4. Режим изотермического отжига: гомогенизация при 870°С, выдержка 1 час; перенос на температуру 650°С, выдержка 2 часа; охлаждение на воздухе. Можно допустить охлаждение в печи с 870 до 650°С с тем же временем выдержки.

5. При изотермическом превращении молибден входит в твердый раствор  $\beta$ -фазы.

6. Хром распределяется в  $\alpha$ - и  $\beta$ -фазах.

7. В сплаве ВТЗ при температурах 450—600°С происходит распад остаточной  $\beta$ -фазы и  $\alpha'$ -фазы с выделением интерметаллида TiCr<sub>2</sub>.

8. Сплавы ВТЗ и ВТЗ-1 относятся к слабопрокаливаемым.

9. Для жаропрочных титановых сплавов со смешанной структурой необходимо применять термическую обработку с целью улучшения и стабилизации механических свойств.

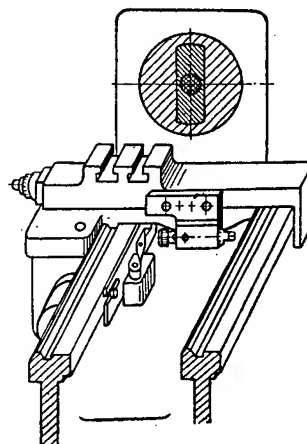


## СМЕЖНЫХ ОТРАСЛЯХ МАШИНОСТРОЕНИЯ

### КОПИРОВАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОЛУАВТОМАТА КТ-16

На Сестрорецком инструментальном заводе имени Воскова создано и внедрено копировальное устройство, предназначенное для образования на обрабатываемых поверхностях шеек, поясков, уступов и галтелей. Этими устройствами оснащены полуавтоматы КТ-16, применяемые при протачивании заготовок для ручных разверток и сверл с цилиндрическим хвостовиком. Устройство позволяет путем совмещения операций, ранее выполнявшихся по отдельности, вести протачивание с образованием заданного профиля.

По материалам ЦБТИ Министерства станкостроительной и инструментальной промышленности СССР, «Обмен опытом», 1957, вып. 38. Публикуется в сборнике НИИТ «Передовой опыт производства», в серии «Общие вопросы технологии авиастроения», 1958, вып. 2.



# МАТЕРИАЛЫ

## Влияние температуры на механические свойства жаропрочных конструкционных материалов

Канд. техн. наук М. Н. ГОРБУНОВ, канд. техн. наук О. В. ПОПОВ и М. А. МОСКАЛЕВ

**С**верхзвуковые скорости полета современных самолетов и ракет приводят к значительному аэродинамическому нагреву их поверхности, что в свою очередь вызывает нагревание силового набора и других элементов конструкции. В условиях повышенных температур нежаропрочные легкие сплавы теряют прочность и не могут выдерживать рабочих нагрузок.

В связи с этим в конструкциях самолетов и ракет находят все более широкое применение нержавеющие и жаропрочные стали и сплавы титана, сохраняющие прочностные характеристики в более широком диапазоне температур. При этом для обшивок используются нагартованные нержавеющие и жаропрочные стали, а для силовых элементов каркаса — преимущественно ненагартованные стали и сплавы.

Согласно данным зарубежной печати, в ближайшие годы до 80% деталей силового набора и обшивок летательных аппаратов будет изготавливаться из материалов указанных типов.

Применение нержавеющих и жаропрочных сталей и титановых сплавов ставит перед конструкторами задачу наиболее правильного их использования в конструкциях. При этом рациональный выбор материала может быть сделан только при учете эксплуатационных условий, включающих, кроме аэродинамических нагрузок, температуру нагрева и время работы конструкции при этой температуре. Большое значение имеет также успешное решение технологических задач, связанных с выбором оптимальных технологических режимов деформирования материалов. Формообразование листовых деталей из ненагартованных сталей и сплавов титана с целью улучшения пластических свойств, уменьшения пружинения и деформирующих усилий выполняется во многих случаях при повышенных температурах. В общем комплексе вопросов, подлежащих разрешению при производственном освоении формообразующих операций, важное значение имеет разработка рекомен-

даций по выбору оптимальных температурных условий деформирования.

Авторы совместно с работниками одного из ведущих ОКБ исследовали влияние температуры и времени выдержки на механические свойства листовых материалов 1X18H9H, 1X18H9TH, ЭИ654H, ЭИ654M и BT1D толщиной 1—1,5 мм.

Применялись плоские образцы, изготовленные по 293 АМТУ-50. Образцы вырезались из проката в двух направлениях: вдоль и поперек волокна. Испытывалось три-пять образцов каждого вида. Испытания велись в диапазоне температур от 20 до 450° С с выдержкой 2—180 мин. Время нагрева образцов до заданной температуры составляло 4—6 мин. Скорость растяжения была принята в соответствии с нормами СМИ-204. Нагрев и растяжение образцов при повышенных температурах проводились в электронагревательной печи сопротивления, установленной на универсальной 5-тонной разрывной машине. Заданный температурный режим регулировался с точностью до  $\pm 5^\circ$  С.

Пределы прочности и текучести, полное относительное удлинение и полное относительное сужение определялись по ГОСТ 1497—42. Равномерное относительное удлинение  $\delta_b$  устанавливалось по кривой распределения пластической деформации, получаемой для расчетной длины образца по изменению делительной сетки малых параметров (шаг 2 мм).

Результаты экспериментов в виде осредненных значений механических свойств при различных температурах и выдержках представлены в таблицах и на фигурах. Для сталей 1X18H9H, 1X18H9TH, ЭИ654M и сплава BT1D эти данные, за исключением полученных при выдержке 20 мин., приведены в табл. 1 и 2. Значения механических свойств при выдержке 20 мин., наиболее часто применяющейся при кратковременных высокотемпературных испытаниях, представлены на фиг. 1. Механические свойства стали ЭИ654H показаны на фиг. 2 в виде графиков, иллюстрирующих влияние времени



Таблица 1

Влияние температуры и времени выдержки на механические свойства стали 1Х18Н9ТН и сплава ВТ1Д

Темпе- ратура в °С	Время вы- держки в мин.	Направ- ление вырез- ки об- разцов	Сталь 1Х18Н9ТН1,5				Сплав ВТ1Д1,5			
			Механические свойства							
			пределы		относи- тельное удлине- ние в %	относи- тельное суже- ние в %	пределы		относи- тельное удлине- ние в %	относи- тельное суже- ние в %
			прочности в кг/мм <sup>2</sup>	текучести в кг/мм <sup>2</sup>			прочности в кг/мм <sup>2</sup>	текучести в кг/мм <sup>2</sup>		
20	—	Вдоль волокна	95,0	83,0	13,0	48,0	76,0	67,0	19,5	44,0
100	2		93,5	75,0	8,0	47,0	60,0	54,0	23,5	62,0
200			85,0	71,0	5,0	42,0	47,5	41,5	29,5	60,0
300			81,5	68,0	4,0	35,5	38,0	33,5	29,5	67,0
350			80,5	66,0	4,0	35,0	33,5	30,0	26,5	72,0
450			76,5	65,5	4,5	33,0	31,0	29,0	28,5	85,0
100	10		93,0	74,5	8,0	46,0	62,0	54,0	24,0	59,0
200			84,0	69,5	4,5	42,0	47,5	43,0	29,5	63,0
300			81,5	70,0	4,0	36,0	38,5	35,5	30,0	71,0
350			80,0	65,0	4,0	36,0	33,0	31,0	26,5	77,0
400			76,5	64,0	4,0	34,0	31,5	29,5	28,0	82,0
100	60		90,0	72,5	6,5	48,0	62,0	56,0	24,5	57,0
200			85,0	70,5	5,0	40,5	49,5	45,0	29,5	62,0
300			82,5	66,5	4,0	34,0	40,0	35,5	30,0	69,0
350			80,5	63,0	4,0	33,5	35,5	32,5	28,0	72,0
450			77,5	60,0	4,0	35,5	30,5	27,5	29,0	81,0
100	180		88,0	75,0	6,5	44,5	62,0	55,0	25,0	58,0
200			84,5	68,0	4,5	42,0	47,5	43,5	29,5	62,0
300			81,0	65,5	4,5	35,0	39,0	34,5	30,0	67,5
350			79,0	62,0	4,0	36,5	35,0	31,5	27,5	74,0
450			74,5	59,5	5,0	37,5	29,5	27,5	32,0	82,0
20	—	Попе- рек волокна	96,0	84,0	13,0	48,0	87,0	77,5	19,0	48,0
100	10		92,5	74,0	8,5	47,5	60,0	54,0	26,5	63,0
200			85,0	68,5	4,5	35,5	45,0	42,5	32,5	69,0
300			83,0	67,0	3,5	34,0	34,5	32,0	29,0	80,0
350			81,5	63,5	3,5	30,0	32,0	28,0	27,0	83,0
450			77,5	62,0	3,5	28,0	28,5	26,5	27,0	84,0

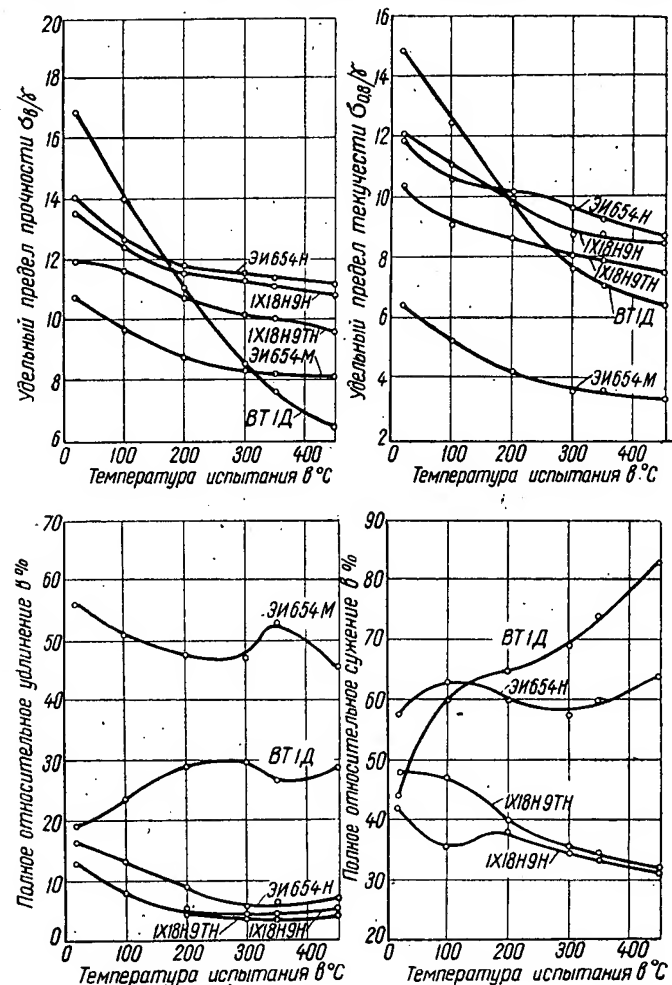
Таблица 2

Влияние температуры и времени выдержки на механические свойства сталей ЭИ654М и 1Х18Н9ТН (образцы проката вдоль волокна)

Темпе- ратура  в °С	Время вы- держки  в мин.	Сталь ЭИ654Мл1,2			Сталь 1Х18Н9Нл1,5			
		Механические свойства						
		пределы		относи- тельное удлине- ние в %	пределы		относи- тельное удлине- ние в %	относи- тельное суже- ние в %
		прочно- сти в кг/мм²	текуче- сти в кг/мм²		прочно- сти в кг/мм²	текуче- сти в кг/мм²		
20	—	80,0	48,0	56,5	106,0	95,0	13,0	42,0
100	2	70,5	38,5	51,0	99,0	86,0	7,5	41,0
200		66,0	33,0	49,0	91,0	77,5	4,0	39,0
300		62,5	28,5	45,0	89,5	75,5	4,0	35,0
350		59,0	27,5	52,5	85,0	68,0	4,5	33,0
450		59,5	24,5	52,0	84,0	67,5	5,0	31,5
100	10	72,0	36,5	52,0	98,5	83,0	8,0	40,0
200		65,5	31,5	50,0	92,0	77,0	5,0	38,0
300		62,5	27,5	46,0	89,5	70,0	4,5	35,0
350		62,0	27,0	50,5	87,5	67,5	4,5	33,5
450		61,0	26,5	48,0	84,0	66,5	5,5	32,0
100	60	73,0	36,5	51,5	—	—	—	—
200		65,0	30,5	50,0				
300		63,5	27,0	44,0				
350		62,5	27,0	51,0				
450		60,5	27,0	45,0				
100	180	71,5	37,5	53,0	—	—	—	—
200		64,0	34,0	51,0				
300		63,0	30,5	45,0				
350		62,0	28,0	47,5				
450		60,5	26,0	46,0				

выдержки при различных температурах. Показатели сопротивления деформированию ( $\sigma_b$ ,  $\sigma_{0,2}$ ) в табл. 1 и 2 указаны в абсолютных значениях; на графиках они представлены в виде удельных величин (удельная прочность  $\sigma_b/\gamma$ , удельный предел текучести  $\sigma_{0,2}/\gamma$ ).

Анализ приведенных данных свидетельствует о том, что при 20°С наиболее высокой удельной прочностью (см. табл. 1 и 2) обладает титановый сплав ВТ1Д, наиболее низкой — ненагартованная сталь ЭИ654М и промежуточной — нагартованные стали. При этом пределы прочности и пределы

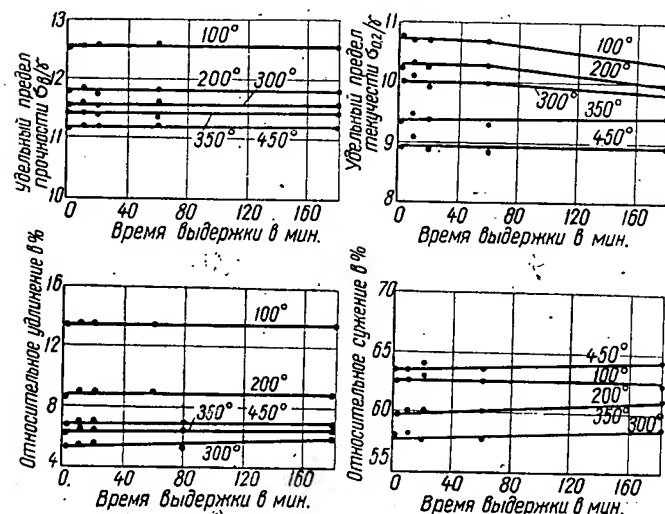


Фиг. 1. Механические свойства жаропрочных сплавов.

текучести нагартованных сталей имеют сравнительно небольшую разницу, характеризующуюся отношением  $\sigma_{0,2}/\sigma_b$ , которое колеблется в диапазоне 0,78—0,86. В то же время показатели пластичности нагартованных сталей (полное относительное удлинение, определяющее среднюю пластичность на расчетной длине образца, и полное относительное сужение, характеризующее максимальную пластичность в шейке после разрыва) имеют относительно небольшие значения. Совокупность указанных свойств приводит к тому, что возможности пластического деформирования нагартованных сталей при гибке и других операциях обработ-

ки давлением оказываются ограниченными\*. Несколько лучшей способностью к пластической деформации при растяжении обладает сплав ВТ1Д, у которого при отношении  $\sigma_{0,2}/\sigma_b = 0,88$  пластические свойства более высокие. Из исследованных сплавов наиболее высокой способностью к обработке давлением при комнатной температуре обладает ненагартованная сталь ЭИ654М, имеющая наиболее выгодное отношение  $\sigma_{0,2}/\sigma_b = 0,6$  и высокие значения средней и максимальной пластичности.

Повышение температуры в диапазоне 20—450°С независимо от времени выдержки приводит к некоторому снижению удельной прочности всех иссле-



Фиг. 2. Механические свойства стали ЭИ654Н.

дованных материалов (см. табл. 1 и 2 и фиг. 1). Это снижение у нагартованных сталей не превышает 18—21% от исходных значений предела прочности. В результате этого стали ЭИ654Н и 1Х18Н9Н при температурах выше 160—170°С, а сталь 1Х18Н9ТН — выше 210—220°С начинают превосходить по удельной прочности титановый сплав ВТ1Д.

Таким образом, применение нагартованных сталей для обшивок конструкций, работающих в условиях повышенных температур, вполне оправдано и целесообразно. В то же время вследствие существенного снижения прочностных показателей сплава ВТ1Д (на 58—61%) с повышением температуры до 450°С к применению его в условиях высокотемпературного нагрева следует подходить осторожно. Прочность ненагартованной стали ЭИ654М в исследованном диапазоне температур снижается немного больше (на 25—26%), чем у нагартованных сталей. Поэтому данную сталь можно использовать для изготовления ряда элементов силового набора, работающих при повышенных температурах.

Повышение температуры испытания у всех исследованных сплавов, кроме ВТ1Д, приводит к увеличению разницы между пределом прочности и пределом текучести, главным образом, за счет более интенсивного снижения последнего. У сплава ВТ1Д, наоборот, разница между этими показателями с повышением температуры несколько уменьшается. Максимальные значения отношения  $\sigma_{0,2}/\sigma_b$  при 450°С и разном времени выдержки составляют: для нагартованных сталей 0,78—0,86, для ненагартованной стали ЭИ654М 0,41—0,45 и для сплава ВТ1Д 0,93—0,95.

Увеличение разницы между пределами прочности и текучести у нагартованных сталей с повышением температуры сопровождается уменьшением показателей пластичности. Вследствие этого, а также во избежание разупрочнения деформирование таких сталей следует проводить только при комнатной температуре.

Весьма значительное увеличение разницы между пределами прочности и текучести у ненагартованной стали ЭИ654М, наряду с возрастанием показателей равномерной и сосредоточенной пластичности при повышении температуры, улучшает возможности ее пластического деформирования. В результате этого деформация этой стали возможна не только при комнатной температуре, но и в необходимых случаях с нагревом в диапазоне 300—400°С.

Титановый сплав ВТ1Д, несмотря на уменьшение разницы между пределами прочности и текучести с ростом температуры, может обрабатываться давлением не только при комнатной, но и при повышенной температуре за счет увеличения в последнем случае пластических свойств и, в особенности, характеристики максимальной пластичности. Нагрев заготовок при изготовлении листовых деталей из этого сплава необходим, особенно в тех случаях, когда листы не обладают достаточной стабильностью механических свойств и имеют невысокие значения показателей пластичности ( $\delta = 15—25\%$ ). При температурах 250—300°С несколько возрастают пластические свойства сплава ВТ1Д и снижается сопротивление деформированию. В диапазоне температур 400—500°С эффективность применения нагрева возрастает. Сделанные выводы подтверждаются результатами исследований технологических свойств листовых титановых сплавов\*. Характер изменения показателей пластичности всех исследованных сплавов с повышением температуры определяется в основном изменением относительной величины сосредоточенной фазы растяжения. Относительное удлинение  $\delta_b$  в момент образования шейки, характеризующее равномерную фазу пластической деформации, — невелико (не превышает 4—6%). Повышение температуры испытания независимо от времени выдержки приводит к уменьшению равномерного удлинения, значения

\* М. Н. Горбунов, О. В. Попов, М. А. Москалев и Н. Н. Басов. Гибка листовых деталей из нержавеющей сталей. «Авиационная промышленность», 1957, № 6.

\* Ю. П. Давыдов, К. И. Леонтьев, Г. В. Покровский, С. М. Орлов, А. Н. Набойченко и Е. С. Сизов. Штамповка листовых деталей из титановых сплавов. «Авиационная промышленность», 1956, № 2.

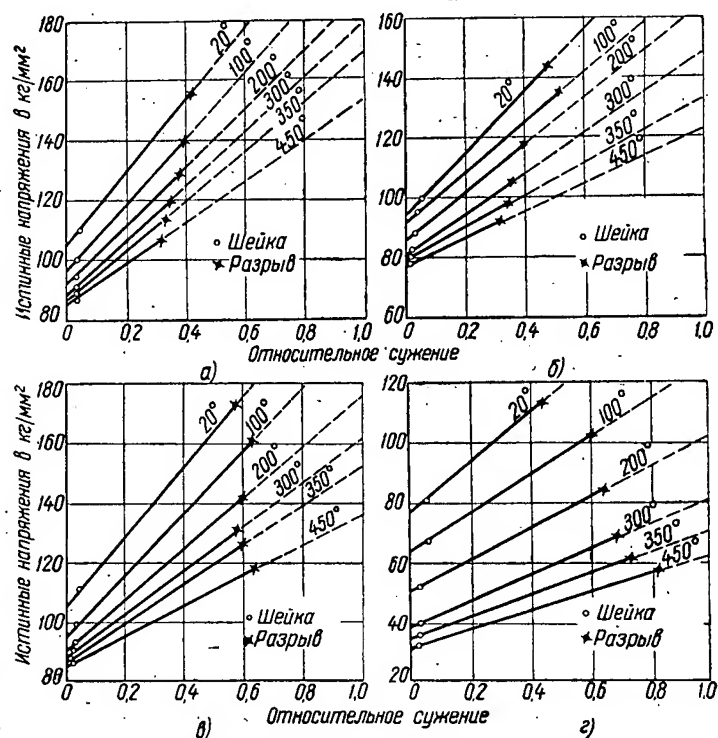
которого для всех исследованных сплавов при 450°С становятся равными 1,5—2,5%.

Изменение времени выдержки при температуре испытания в диапазоне 2—180 мин. не сказывается существенно на механических свойствах исследованных сплавов. Учитывая небольшую величину отклонений, а также возможный разброс данных при экспериментах, можно с достаточной степенью точности считать, что механические свойства сплавов при различных температурах практически не зависят от времени выдержки. Это иллюстрируется графиками (см. фиг. 2).

Стабильность механических свойств исследованных материалов при кратковременных испытаниях даже после длительной выдержки при высоких температурах в известной мере может характеризовать их работоспособность в указанных условиях.

Установленная закономерность имеет важное значение также при решении технологических задач. Она свидетельствует о возможности длительного нагрева заготовок из стали ЭИ654М и сплава ВТ1Д, что необходимо при некоторых технологических процессах.

Большинство конструкторских расчетов силовых элементов и обшивок летательных аппаратов производится по значениям условных показателей прочности. Однако в отдельных случаях возникает необходимость определить истинные напряжения, действующие в элементах конструкции. Такого рода задачи легко решаются при наличии диаграмм истинных напряжений, которые имеют также большое значение в технологических расчетах, связанных с определением усилий деформирования и допустимых степеней деформации. В связи с этим на основе обработки экспериментальных данных по-



Фиг. 3. Диаграммы истинных напряжений сталей 1X18H9H, 1X18H9TH, ЭИ654Н и сплава ВТ1Д.

а—1X18H9H; б—1X18H9TH; в—ЭИ654Н; г—ВТ1Д.

строены диаграммы (фиг. 3) истинных напряжений сталей 1X18H9TH, 1X18H9H, ЭИ654Н и сплава ВТ1Д в форме ориентировочных прямых упрочнения.

## Полиорганосилоксаны как сырье для консистентных смазок

М. К. БАДАЕВА, П. П. БАГРЯНЦЕВА, Л. В. КИРЮХИНА и Б. В. ХАРЛАМОВ

### Свойства полиорганосилоксановых жидкостей

Полиорганосилоксановые жидкости широко применяются в различных отраслях промышленности. Они характеризуются высокими вязкостно-температурными свойствами, хорошей сопротивляемостью окислению, термической стабильностью, низкой температурой застывания и инертностью (некоторые из них) к резине. Все это делает полиорганосилоксановые жидкости весьма ценными для использования в качестве дисперсионной среды консистентных смазок, предназначенных для работы в широком диапазоне температур и некоторых агрессивных средах.

Указанные свойства полиорганосилоксанов обусловлены наличием в них силоксановых связей,

характером, сочетанием, соотношением входящих в их состав органических радикалов, а также степенью полимеризации.

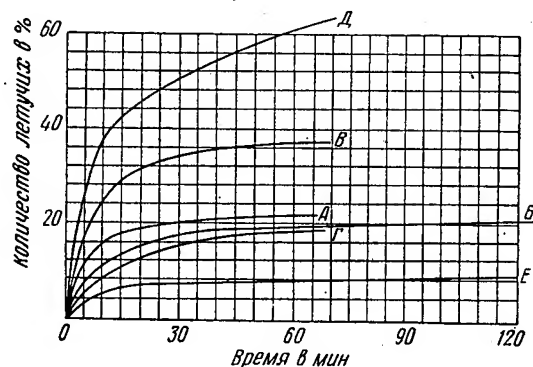
Согласно литературным данным, наилучшими вязкостно-температурными свойствами, наименьшей склонностью к термическому разложению, окислению и полимеризации, низкой температурой застывания обладают полиорганосилоксаны, содержащие органические радикалы с наиболее короткой углеводородной цепью, — полиметилсилоксаны. Удлинение цепи радикала приводит к ухудшению вязкостно-температурных свойств, снижению термической стабильности и сопротивляемости окислению, повышению температуры застывания. Радика-

лы с углеводородной цепью от трех и более атомов углерода по сопротивляемости окислению, термической стабильности аналогичны звеньям чистых органических соединений. Наиболее высокую термическую стабильность и сопротивляемость окислению, но худшие вязкостно-температурные свойства и температуру застывания имеют полифенилсилоксаны. Высокая термическая стабильность и

лов по свойствам, приближается к полиметилсилоксанам, а с большим количеством фенильных радикалов — к полифенилсилоксанам.

Увеличение молекулярного веса полиорганосилоксанов, связанное с увеличением степени полимеризации, повышает их вязкость, температуру застывания и вспышки, снижает испаряемость.

На основе изложенного логично предположить, что для работы в условиях повышенных температур и контактирования с некоторыми агрессивными средами наиболее пригодны тяжелые фракции полиметил- и полиметилфенилсилоксанов. Исследования, проведенные авторами статьи, подтвердили это предположение (фиг. 1 и 2). Были изучены фракции полиметилсилоксанов (жидкости А и Б), полиэтилсилоксанов (В и Г) и полиметилфенилсилоксанов (Д, Е и Ж). Жидкости Д и Е различаются фракционным составом, а Е и Ж — количественным соотношением входящих в их состав фенильных и метильных радикалов. В таблице приведены физико-химические свойства полиорганосилоксанов.



Фиг. 1. Степень летучести полиорганосилоксановых жидкостей при 250° С в зависимости от их фракционного состава.

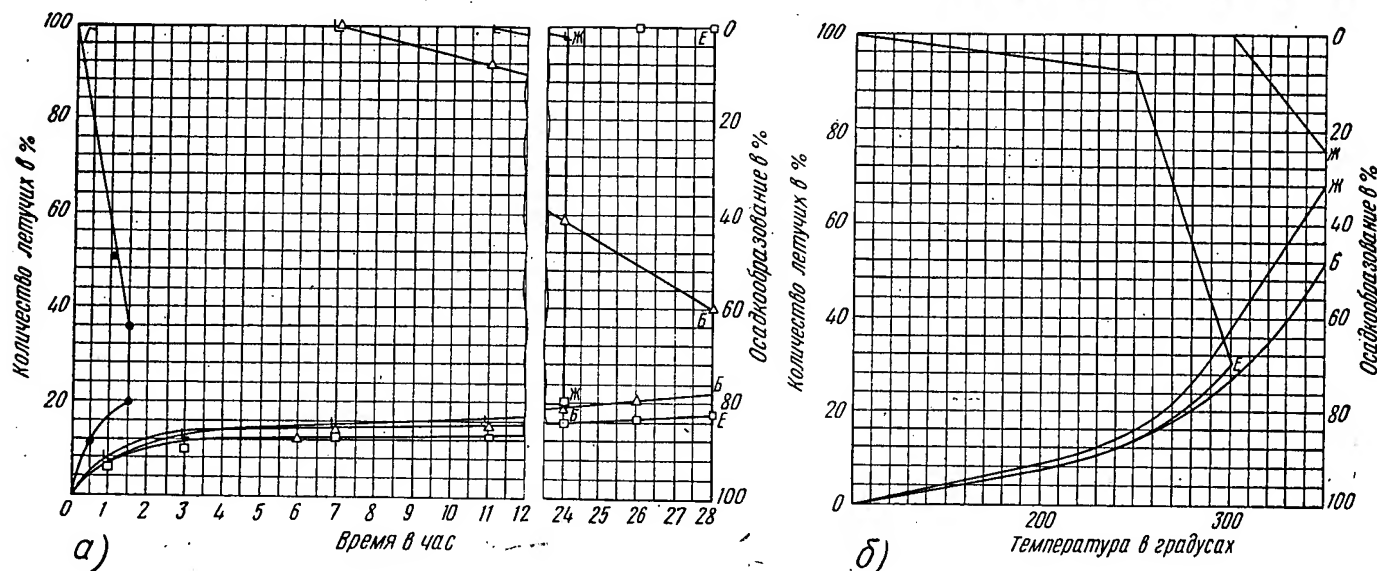
(Здесь и в дальнейшем А, Б, В, Г, Д, Е и Ж — полиорганосилоксановые жидкости).

сопротивляемость окислению данного вида полиорганосилоксанов обусловлены, по-видимому, присутствием в них ароматического фенильного радикала, характеризующегося более высокой сопротивляемостью окислению, чем алифатические радикалы полиметил- и полиэтилсилоксанов.

Свойства полиорганосилоксанов смешанного характера определяются количественным соотношением входящих в их состав органических радикалов. Так, например, полиметилфенилсилоксан с преобладающим количеством метильных радика-

#### Физико-химические свойства полиорганосилоксанов

Свойства	Жидкости						
	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж
Вязкость при 20° С в сст	240	500	260	310	190	920	111
Температура вспышки в °С	выше 300	выше 300	282	выше 300	выше 300	358	выше 300
Температура застывания в °С	ниже -70	ниже -70	ниже -70	ниже -70	-43	-25	-68
Удельный вес при 20° С в г/см³	0,990	0,995	0,990	0,997	1,101	1,112	1,104



Фиг. 2. Термическая стабильность полиорганосилоксановых жидкостей Б, Г, Е и Ж.

а — при 250° С; б — при различных температурах и выдержке в течение 11 час. Площади, ограниченные осями координат и кривыми, характеризующими осадкообразование и количество летучих, являются «рабочими фракциями».

Из таблицы видно, что у всех исследуемых жидкостей кислотность отсутствовала.

Образование летучих вследствие термического разложения и полимеризации определяли методом Попёк при 200 и 250°, а для жидкостей Б, Е и Ж — при 300 и 350° в течение более длительного времени. Установлено, что наименьшее количество летучих, образующихся в результате термического воздействия, наблюдалось у тяжелых фракций полиорганосилоксанов.

Под воздействием повышенных температур полиорганосилоксановые жидкости не только испаряются, но и претерпевают глубокие химические изменения. Они окисляются, полимеризуются и разлагаются с образованием резино- и порошкообразных, не растворимых в петролейном эфире, и летучих продуктов.

Наиболее устойчивыми в отношении полимеризации и термического разложения являются полиметилфенилсилоксаны (см. фиг. 2). Полиэтилсилоксаны в аналогичных условиях весьма интенсивно разлагаются и полимеризуются с образованием значительного количества осадка; полиметилсилоксаны занимают промежуточное положение. Таким образом, более стойкими оказались соединения, содержащие ароматический и в меньшей мере — алифатический радикал с наиболее короткой углеводородной цепью.

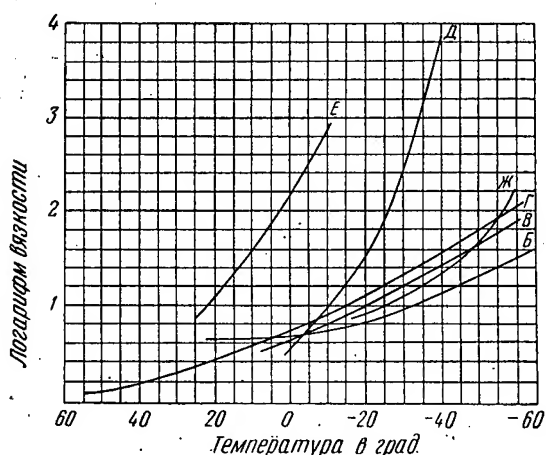
Чем же объясняются высокая термостойкость и способность органической части полимера оставаться неизменной при температурах, значительно превышающих температуру, при которой эта часть, находясь в свободном состоянии, претерпевает изменения? Указанные свойства обусловлены наличием силоксановых связей; внутренние диполи последних оказывают тормозящее влияние на действие света, тепла и на силовые поля молекул, соприкасающихся с углеводородной частью полимера.

Быстрая потеря термической стабильности с удлинением углеводородной цепи органических радикалов, присоединенных к атому кремния, вызывается ослаблением влияния внутренних диполей на атомы углерода, дальше отстоящие от атома кремния вследствие удаления этих атомов из сферы наиболее интенсивного действия диполей. Чем дальше атомы углерода находятся от атома кремния, тем меньше защитный эффект последнего.

Ввиду более высокой термической стабильности тяжелых фракций полиметил- и полиметилфенилсилоксанов большая часть их при повышенных температурах сохраняется в жидком состоянии. Эту растворяющуюся в петролейном эфире и условно называемую «рабочей фракцией» часть полиорганосилоксанов можно представить на графике (см. фиг. 2) в виде площади, ограниченной кривыми зависимости степени летучести и осадкообразования от времени. Как видно из фигуры, при повышенных температурах работоспособны только тяжелые фракции полиметил- и полиметилфенилсилоксанов, причем первые при 200°С и при кратковременной

работе — до 250°С, а вторые соответственно до 250 и 300° и выше. Это подтверждают результаты стендовых испытаний, проводимых в довольно жестких условиях.

Было проверено также влияние антиокислительных присадок на термическую стабильность полиорганосилоксановых жидкостей. Для исследования брали присадки: альдоль- $\alpha$ -нафтиламин, ниозол, параоксидифениламин и дифениламин. Опыты показали, что при повышенных температурах эффективность присадок в отношении ингибирования процесса окисления и, как следствие, полимеризации и термического разложения была различной,



Фиг. 3. Зависимость вязкости полиорганосилоксановых жидкостей Б, В, Г, Д, Е и Ж от температуры.

Наиболее эффективной по повышению термической стабильности оказалась присадка альдоль- $\alpha$ -нафтиламин. Введение ее в полиэтилсилоксановую жидкость, ввиду резкого замедления процесса окисления, термического разложения и полимеризации, настолько повысило термическую стабильность, что в условиях испытания осадкообразование было почти полностью устранено, за счет чего увеличилась «рабочая фракция». Менее эффективным оказался параоксидифениламин. Дифениламин и ниозол не влияли на протекание данного процесса.

Зависимость вязкостно-температурных свойств от химического состава определяли с помощью ротационного вискозиметра конструкции Павлова при 0, —20, —40 и —60°С и градиенте скорости 100 сек<sup>-1</sup>. Установлено, что эти свойства зависят от характера органических радикалов, длины их углеводородной цепи и фракционного состава. Наименьшую вязкость и пологую вязкостно-температурную кривую имеет тяжелая фракция полиметилсилоксанов (фиг. 3).



Полиметилфенилсилоксановые жидкости с большим содержанием радикалов  $C_6H_5$  характеризуются наиболее высокой вязкостью и крутым подъемом вязкостно-температурной кривой, а с меньшим содержанием радикалов  $C_6H_5$  эти жидкости по указанным свойствам приближаются к полиметилсилоксанам.

Таким образом, полиметилфенилсилоксановые жидкости с минимальным содержанием радикалов  $C_6H_5$  наиболее пригодны для работы при температурах от  $-60$  до  $+200-250^\circ C$  (при кратковременной работе до  $350^\circ C$ ).

Полиэтилсилоксановые жидкости, уступающие полиметилсилоксановым по термической стабильности и свойствам при низкой температуре, в зависимости от фракционного состава успешно можно применять в диапазоне температур от  $-75$  до  $+200^\circ C$ , причем легкие фракции — от  $-75$  до  $+100-130^\circ C$ , тяжелые — от  $-60-70$  до  $+150-180^\circ C$  (при кратковременной работе — до  $200^\circ C$ ).

Полиметилфенилсилоксановые жидкости с максимальным содержанием радикалов  $C_6H_5$ , обладающие высокой термической стабильностью, но невысокими свойствами при низкой температуре, в зависимости от фракционного состава можно использовать для работы в более жестком температурном режиме — от  $-40$  до  $+250^\circ$  (при кратковременной работе — до  $350^\circ C$ ). Жидкости с минимальным содержанием радикалов  $C_6H_5$  наиболее эффективны при  $-70$  до  $+250-300^\circ$  (при кратковременной работе — до  $350^\circ C$ ).

Смазочную способность полиорганосилоксанов определяли на четырехшариковом аппарате конструкции ИМАШ АН СССР при постоянной нагрузке  $30\,000\text{ кг/см}^2$ , ступенчатом повышении температуры  $50, 100, 150, 200, 250$  и  $300^\circ C$  и постоянной скорости вращения  $1\text{ об/мин}$ . Установлено, что независимо от химического состава все исследованные полиорганосилоксановые жидкости характеризуются низкой смазывающей способностью. Даже при комнатной температуре наблюдаются высокий коэффициент трения и прерывистый характер скольжения.

Были проверены смазочная способность полиорганосилоксанов и влияние на нее присадок: ОП

(окисленного петролатума), присадки, содержащей серу и фосфор,  $MoS_2$  и альдоль- $\alpha$ -нафтиламина.

Введение присадок способствовало улучшению смазочной способности. Наиболее эффективными оказались ОП, а также присадка, содержащая серу и фосфор. В этих случаях скольжение было более плавным. Коэффициент трения во всем диапазоне температур от  $20$  до  $330^\circ C$  не превышал  $0,1$  и не только не возрастал с повышением температуры, но даже несколько снижался при  $330^\circ C$ .

Высокая эффективность присадки, содержащей серу и фосфор, обусловлена, по-видимому, тем, что она действует, с одной стороны, как противоизносная, а с другой, — как антиокислительная.

### Выводы

1. Термостабильность и вязкостно-температурные свойства полиорганосилоксанов зависят от характера, сочетания, а в соединениях смешанного характера — и от количества органических радикалов, входящих в состав их молекулы, а также от фракционного состава.

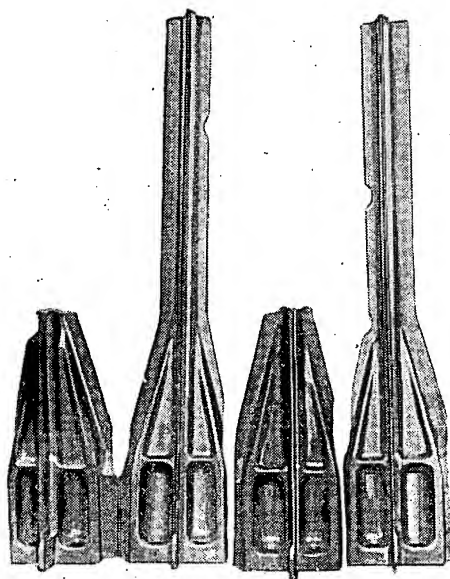
2. Наиболее благоприятными вязкостно-температурными свойствами обладают полиметилсилоксаны. Полиметилфенилсилоксаны с минимальным содержанием радикалов  $C_6H_5$  и полиэтилсилоксаны несколько уступают им. Полиметилфенилсилоксаны с максимальным содержанием радикалов  $C_6H_5$  характеризуются крутым подъемом вязкостно-температурной кривой.

3. Термическая стабильность и смазочная способность полиорганосилоксанов могут быть повышены введением присадок.

4. В зависимости от фракционного состава полиметилсилоксановые жидкости можно применять в диапазоне температур от  $-75$  до  $+200^\circ C$  (при кратковременной работе — до  $250^\circ C$ ); полиэтилсилоксановые — от  $-75$  до  $+120-180^\circ C$  (при кратковременной работе до  $200^\circ C$ ); полиметилфенилсилоксановые — от  $-40-60$  до  $+200^\circ C$  (при кратковременной работе до  $350^\circ C$ ).

## Свойства и структура крупных штамповок из высокопрочных магниевых сплавов\*

Я. Е. АФАНАСЬЕВ, Л. Г. ЕВТРОПОВ и А. И. КОЛПАШНИКОВ



Пояса лонжерона из сплава МА5 после испытания на статическую выносливость.

В статье описаны результаты изучения структуры и свойств крупных штампованных деталей из высокопрочных деформируемых магниевых сплавов. В процессе исследований разработана технология штамповки нижнего пояса первого лонжерона центроплана, выполненного из магниевых сплавов МА5 и ВМ65-1.

Пояс лонжерона изготовляли из прессованных прутков диаметром 110 мм, длиной 2440 мм в штампах для алюминиевых сплавов. Прутки прессовали из слитков диаметром 370 мм, длиной 670 мм, отлитых полунепрерывным методом. Слитки из сплава МА5 предварительно нагревали в методической печи в течение 7 час., а из сплава ВМ65-1 — 4 час. Прутки прессовали на прессе усилием 5000 т, без смазки, в одно очко диаметром 110 мм; степень деформации составляла 91%.

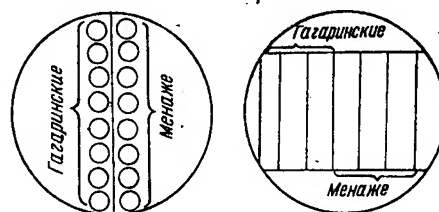
Механические свойства прутков определяли со стороны выходного конца, в середине и со стороны утяжины, в продольном и поперечном направлениях.

Концы прутков высаживали на прессе «Фильдинг Платт». Нагрев перед высадкой вели в методической печи. Температура заготовок из сплава МА5 была 380—300°, а сплава ВМ65-1 — 400—300°. После высадки детали травили в 20%-ном водном растворе азотной кислоты и зачищали на бормахине.

\* В работе принимали участие И. Л. Головин, А. А. Луконин, Н. И. Марин, М. В. Серов, Ф. Ф. Андрианов, Е. С. Козочкина, А. А. Тырков и Е. С. Волков.

Горячую штамповку поясов лонжерона вели в два приема: сначала на прессе усилием 15 000 т, а затем окончательно — на прессе усилием 30 000 т. Перед первой штамповкой заготовки нагревали в методической печи 4 часа, а перед второй — 2,5 часа. Температуры при высадке и первой и второй штамповках были одинаковыми.

После штамповки заусенцы заготовок отрезали на ленточной пиле, детали вновь травили и зачищали на бормахине. Термическую обработку вели по

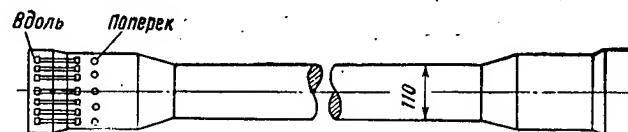


Фиг. 1. Схема вырезки образцов из прутков диаметром 110 мм после прессования.

стандартным режимам: для сплава МА5 — закалка: нагрев при 410—425° в течение 6 час. с охлаждением на воздухе, для сплава ВМ65-1 — искусственное старение: нагрев при 160—170° в течение 24 час. После термической обработки следовали контрольные испытания на твердость. Были также исследованы механические свойства штампованных деталей и подобраны новые режимы термической обработки, обеспечивающие наилучшие прочностные характеристики.

В табл. 1 приведены механические свойства прутков диаметром 110 мм после прессования, высадки и термообработки.

Схемы вырезки образцов из прутков и высаженных заготовок представлены на фиг. 1 и 2.



Фиг. 2. Схема вырезки образцов из высаженной заготовки.

Из табл. 1 видно, что а) анизотропия механических свойств высаженной части прутков в продольном и поперечном направлениях почти отсутствует; б) после высадки и термической обработки механические свойства деталей из сплава ВМ65-1 удовлетворяют требованиям АМТУ—226 и АМТУ—288, а сплава МА5 — превышают нормы, содержащиеся в АМТУ—226, на 3 кг/мм<sup>2</sup>. На фиг. 3 показаны пояса лонжеронов из сплавов ВМ65-1 и МА5. Механические свойства штампованных деталей из этих

Таблица 1

## Механические свойства прутков после термообработки, прессования и высадки

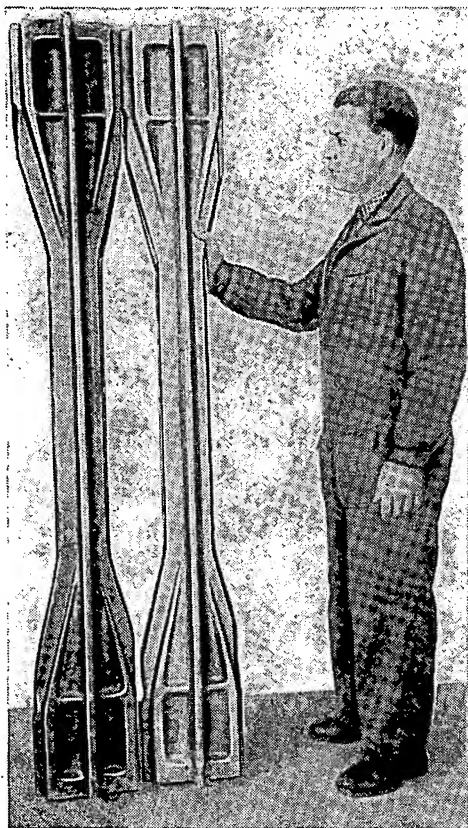
Сплав	Направление вырезки образцов	Режим термической обработки	После прессования			После высадки	
			предел прочности в $\text{кг/мм}^2$	предел текучести в $\text{кг/мм}^2$	относительное удлинение в %	предел прочности в $\text{кг/мм}^2$	относительное удлинение в %
МА5	Продольное	Нагрев до 410—425°, выдержка 6 час.; охлаждение на воздухе	31,8—31,8 31,8	—	10,6—13,2 11,9	30,5—31,6 31,1	11,2—17,5 14,6
	Поперечное		26,1—28,4 27,2	11,9—19,4 15,6	12,4	30,1—30,7 30,4	13,8—19,5 16,0
ВМ65-1	Продольное	Нагрев до 170°, выдержка 10 час.; охлаждение на воздухе	32,5—32,8 32,6	26,4—27,2 26,8	11,0—12,0 11,5	29,1—30,5 29,6	20,0—25,0 23,2
	Поперечное	Нагрев до 170—160°, выдержка 24 час.; охлаждение на воздухе	25,9—26,5 26,2	15,8—24,0 19,7	17,6—20,0 18,4	29,1—29,7 29,4	17,5—20,0 18,2

сплавов приведены в табл. 2; схема вырезки образцов показана на фиг. 4.

Снижение механических свойств штампованных деталей по сравнению с прутками и высаженной частью заготовок обусловлено нагревом перед пер-

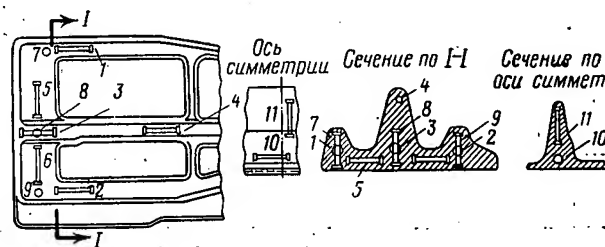
вой и второй штамповками, а также малой степенью деформации (5—10%) при второй штамповке, что не компенсировало разупрочнение, появившееся в результате нагрева перед последней штамповкой.

Полученные данные показывают, что штамповку деталей из высокопрочных магниевых сплавов МА5 и ВМ65-1 целесообразно выполнять за одну операцию. Если этого сделать нельзя, то после первой операции следует обрезать заусенцы в горячем со-



Фиг. 3. Пояса лонжеронов.

Слева — из сплава ВМ65-1, справа — из сплава МА5.



Фиг. 4. Схема вырезки образцов из штампованных деталей.  
1—11—номера образцов (см. табл. 2).

стоянии, подогреть заготовки до минимально возможной по технологии температуры и произвести вторую, окончательную штамповку.

Установлено, что пояса лонжерона, отштампованные из сплава ВМ65-1, не уступают по механическим свойствам мелким штампованным деталям. Исследованы также механические свойства крупных штампованных деталей по высоте, что важно для конструкторов при расчетах.

С целью повышения механических свойств деталей из сплава МА5 были опробованы различные режимы дополнительной термической обработки. Оптимальными оказались закалка с 420° С (выдержка 2 часа) в воду при 70° С и искусственное старение при 210° С с выдержкой 8 час. В результате предел прочности повышается с 24,5—30,9 до

Таблица 2  
Механические свойства крупных штампованных деталей из магниевых сплавов МА5 и ВМ65-1

№ образца	Направление вырезки образцов	Сплав МА5			Сплав ВМ65-1		
		предел проч- ности в кг/мм <sup>2</sup>	предел текуче- сти в кг/мм <sup>2</sup>	относи- тельное удлине- ние в %	предел проч- ности в кг/мм <sup>2</sup>	предел текуче- сти в кг/мм <sup>2</sup>	относи- тельное удлине- ние в %
1	Продольное	23,2 28,9	21,6 21,4	7,2 10,0	29,0 —	21,8 —	16,4 —
2		23,3 24,5	20,5 21,6	6,0 10,4	27,8 —	14,2 —	20,8 —
3		26,9 28,6	20,9 20,1	8,0 10,8	30,2 —	12,0 —	16,0 —
4		23,9 28,9	23,4 25,0	5,4 6,8	28,6 —	17,2 —	18,4 —
10		30,9 30,4	26,0 21,0	7,6 9,8	32,3 —	27,1 —	10,0 —
Среднее значение		26,9	22,1	8,2	29,6	18,0	16,3
5	Поперечное	27,3 25,5	20,4 21,0	9,6 8,8	28,6 —	23,2 —	14,0 —
6		24,1 25,2	19,0 19,8	9,4 8,4	29,7 —	24,2 —	13,2 —
Среднее значение		25,5	20,0	9,0	29,1	23,7	13,6
7	По высоте	25,4 21,4	19,8 19,2	8,0 9,6	29,0 —	20,0 —	—
8		25,8 25,0	19,0 18,1	9,6 9,6	28,6 —	22,5 —	14,4
9		28,7 29,1	21,1 22,0	8,4 8,0	28,3 —	23,2 —	12,0
11		29,7 27,8	24,6 26,5	10,0 6,0	26,8 —	18,5 —	14,8
Среднее значение		26,6	21,0	8,4	28,1	21,0	13,7

35,5—36,1 кг/мм<sup>2</sup>, а относительное удлинение уменьшается с 7,2—10,8 до 3—5%.

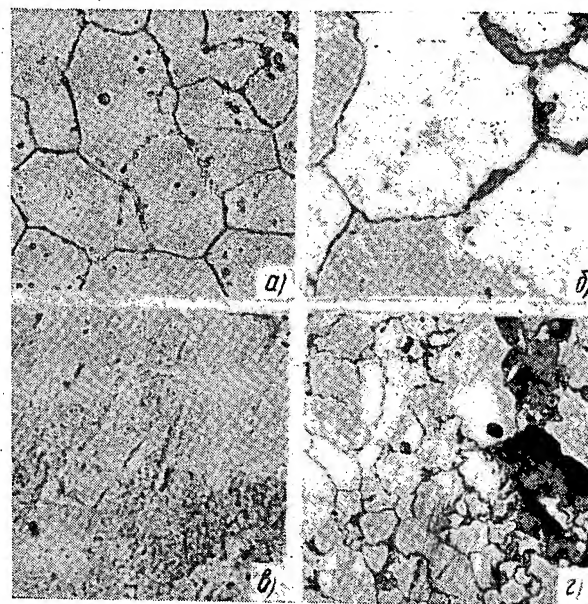
В табл. 3 приведены механические свойства штампованных деталей из сплава МА5. Детали, изготовленные за одну операцию, подвергали закалке с 420° в воду при температуре 70° и искусственному старению при 210° с выдержкой 8 час. Детали, изготовленные за две операции и термически обработанные по стандартному режиму (закалка с 420° с выдержкой на воздухе 6 час.), перезакачивали по тому же режиму, что и детали, изготовленные за одну операцию. Из табл. 3 видно, что механические свойства штампованной детали, изготовленной за одну операцию, гораздо выше механических свойств детали, изготовленной за две операции. Следует отметить, что деталь, обработанная за одну опера-

Таблица 3  
Механические свойства штампованных деталей из сплава МА5

Направление вырезки образцов	Изготовленные за одну операцию		Изготовленные за две операции	
	предел прочности в кг/мм <sup>2</sup>	относительное удлинение в %	предел прочности в кг/мм <sup>2</sup>	относительное удлинение в %
Продольное	34,0—39,1	2,4—6,0	27,4—34,5	3,1—6,2
	36,0	4,2	31,1	3,3
Поперечное	28,0—34,2	2,4—10,4	27,0—33,7	3,1—4,7
	30,8	5,5	30,3	3,4
По высоте	24,0—29,9	3,6—4,5	20,0—24,1	2,4—2,4
	26,4	4,2	22,0	2,4

цию, до термической обработки имеет более мелкозернистую структуру (фиг. 5).

Исследование коррозионного растрескивания под напряжением штампованных деталей из сплава МА5 после закалки, закалки со старением, а также



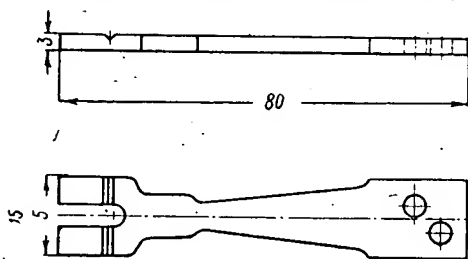
Фиг. 5. Микроструктура головок штампованных деталей, изготовленных из сплавов МА5 (а, б и в) и ВМ65-1 (г);  $\times 300$ .

а—за одну операцию после термической обработки; б—за две операции после термической обработки; в—за одну операцию после искусственного старения; г—за одну операцию в горячештампованном состоянии.

из сплава ВМ65-1 после искусственного старения проводили на образцах переменного сечения (фиг. 6)\*. Незащищенные образцы испытывали

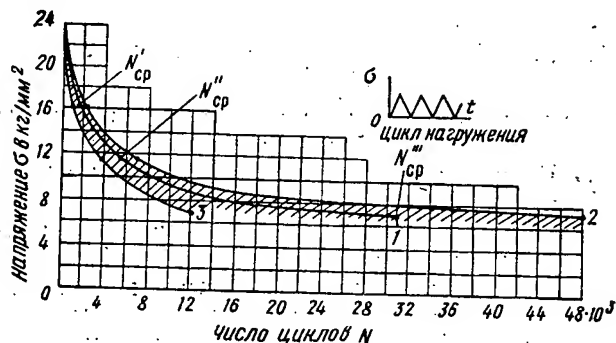
\* Исследование проводилось под руководством канд. техн. наук М. А. Тимоновой при участии А. И. Кутайцевой и А. С. Ребровой.

в растворе 0,001%-ного хлористого натрия, а образцы, защищенные оксидными пленками и лакокрасочными покрытиями, — в естественной атмосфере. В отношении деталей из сплава МА5 установлено, что искусственное старение снижает их сопротив-



Фиг. 6. Образец переменного сечения, предназначенный для испытаний на коррозионное растрескивание под напряжением.

ление к коррозионному растрескиванию под напряжением. Детали же из сплава ВМ65-1 показали удовлетворительное сопротивление коррозионному растрескиванию под напряжением. Незащищенные образцы переменного сечения при погружении в 0,001%-ный раствор хлористого натрия не разрушились после 150 суток.



Фиг. 7. Статическая выносливость пояса лонжерона из сплава МА5.

1—среднее значение; 2—максимальное; 3—минимальное.

$$N'_{cp}=1743; N'_{max}=113\% N; N'_{min}=90\% N.$$

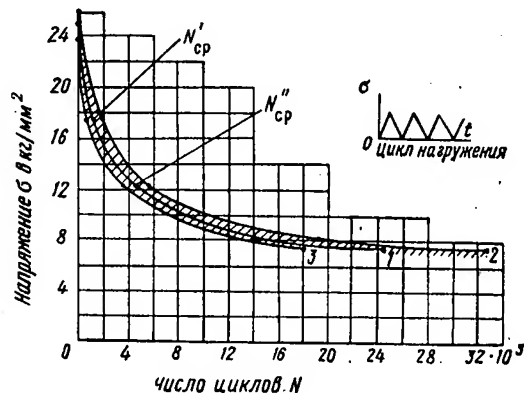
$$N''_{cp}=5824; N''_{max}=125\% N; N''_{min}=61,5\% N.$$

$$N'''_{cp}=30861; N'''_{max}=164\% N; N'''_{min}=39\% N.$$

В табл. 4 и на фиг. 7 и 8 приведены результаты испытаний поясов лонжерона из сплавов МА5 и ВМ65-1 на статическую прочность и предел усталости\*. Испытания вели по пульсирующему циклу

\* Испытания проведены М. В. Серовым.

при коэффициентах нагрузки 0,7; 0,5; 0,3 и частоте нагружения 5—6 циклов в минуту. Как видно из фигур, разброс по статической выносливости от  $N_{cp}$  в отдельных случаях достигает 70%. В качестве



Фиг. 8. Статическая выносливость пояса лонжерона из сплава ВМ65-1.

1—среднее значение; 2—максимальное; 3—минимальное.

$$N'_{cp}=1251; N'_{max}=172\% N; N'_{min}=48\% N.$$

$$N''_{cp}=4298; N''_{max}=118\% N; N''_{min}=85\% N.$$

$$N'''_{cp}=24311; N'''_{max}=133\% N; N'''_{min}=76\% N.$$

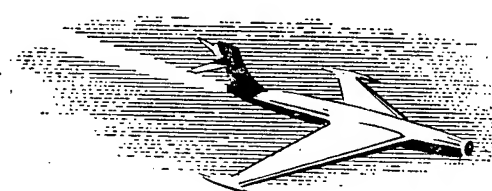
примера на фигуре в начале статьи приведены пояса лонжерона из сплава МА5 после испытания на предел усталости.

Детали из сплава МА5 разрушались при нагрузке 60,5 т, а из сплава ВМ65-1 — при нагрузке 64,5 т.

Таблица 4  
Результаты испытаний поясов лонжерона из сплавов МА5 и ВМ65-1 на статическую прочность и предел усталости

Коэффициент нагрузки	Нагрузка в т		Среднее количество циклов до разрушения	
	Сплав			
	МА5	ВМ65-1	МА5	ВМ65-1
0,7	42,5	45	1764	1251
0,5	30,25	32,25	5824	4298
0,3	18,0	19,5	30862	24311

Пояса лонжеронов из сплава МА5 обладают большим пределом усталости, чем пояса из сплава ВМ65-1. Так, при коэффициенте нагрузки, равном 0,5, первые выдерживают примерно 5800 циклов, а вторые — 4300.





# ОРГАНИЗАЦИЯ И ЭКОНОМИКА ПРОИЗВОДСТВА

## К вопросу о совершенствовании производственной структуры механических цехов авиадвигателестроительных заводов

Канд. техн. наук Д. Э. СТАРИК

Опубликованная в № 12 журнала «Авиационная промышленность» за 1957 г. статья А. Г. Розенгауза и В. И. Тихомирова «Совершенствование производственной структуры основных цехов самолетостроительных заводов» касается вопросов, интересующих не только самолетостроительные, но и авиадвигателестроительные заводы, где укрупнению цехов и участков также уделяется недостаточное внимание. В результате даже на заводах, выпускающих однотипные двигатели, имеются значительные различия в количестве и размерах цехов. Это можно иллюстрировать данными о трех заводах, которые в свое время выпускали однотипные реактивные двигатели с центробежным компрессором (табл. 1).

Несомненно, что количество и размеры цехов зависят от размеров заводов. В таблице они характеризуются количеством производственных рабочих. Однако при сопоставлении примерно одинаковых по размерам заводов I и III обнаружилось, что на заводе III цехов значительно больше, а по числу рабочих они намного меньше, чем на заводе I.

После перехода на выпуск реактивных двигателей с осевым компрессором (см. табл. 1), можно заметить, что количество цехов на заводе III уменьшилось, а размеры их увеличились, тогда как на заводе II цехи остались небольшими.

Во многих цехах на сравниваемых заводах количество рабочих не достигает размеров, рекомендуемых нормативами НИАТ (табл. 2).

Таблица 1

Количество и размеры основных производственных цехов на заводах, выпускающих однотипные реактивные двигатели (в процентах к тем же показателям на заводе I)

Периоды	Заводы	Количество производ- ственных рабочих на заводе	Количество производствен- ных цехов				Среднее количество производственных рабочих в цехах								
			всего	в том числе			всего	в том числе							
				заготовитель- ных	обрабатываю- щих	сборочных		в заготовительных		в обрабатывающих				в сборочных	
								литейных	кузнечных	механо- сборочных	штампо- очно-сва- рочных	термиче- ских	покрытый	сборочно- перебо- рочных	испытательных
Выпуска двига- телей с цен- тробежными компрессора- ми	I	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	II	60	95	100	87	100	63	63	109	76	61	40	54	48	27
	III	108	125	125	125	100	72	95	90	60	69	124	122	136	13
Выпуска двига- телей с осе- выми ком- прессорами	I	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	II	57	84	100	75	100	69	59	114	79	84	64	85	57	44
	III	85	87	125	81	75	97	70	112	96	146	165	156	105	86

Таблица 2  
Количество цехов, в которых численность производственных рабочих ниже предусмотренной нормативами НИИТ

(в % от количества цехов данной группы)

Завод	Цехи			
	литейные	механические	штамповочно-сварочные	сборочные
I	70	30	100	50
II	70	60	30	50
III	70	55	30	—

Они могут быть значительно укрупнены и доведены до нормативных размеров. Однако на некоторых авиадвигателестроительных заводах имеются цехи, величина которых значительно превосходит нормативную (иногда в два раза). Используя опыт организации этих цехов, в частности, отдельных литейных и механических цехов заводов I и III и штамповочно-сварочных цехов завода III, авиадвигателестроительные заводы могут значительно увеличить цехи, сократить их количество и резко уменьшить управленческие расходы, устранив при этом излишние административные барьеры, мешающие полностью использовать внутренние резервы.

Сказанное о резервах укрупнения цехов еще в большей мере относится к их участкам. Покажем это на примере завода I. Здесь на половине участков численность рабочих не достигает нормативов. К тому же эти нормативы явно занижены. Они установлены из расчета, что участок состоит из двух групп, или, другими словами, на одного старшего приходится два сменных мастера. Дублирование функций сменного мастера старшим принижает роль первого, когда он работает в одну смену со старшим. Более рациональным является создание участков, состоящих из четырех производственных групп, каждая из которых объединяет не менее 25—30 производственных рабочих. При таком построении лучше разграничиваются роли старшего и сменного мастеров, значительно уменьшается управленческий аппарат участков.

В статье А. Г. Розенгауза и В. И. Тихомирова справедливо подвергнуты критике существующие формы специализации цехов самолетостроительных заводов. Следует отметить, что и на авиадвигателестроительных заводах нет единообразной специализации однотипных цехов, что вызывает большое различие в их составе и в объеме выполняемых работ. Учитывая важное значение специализации цехов для указанных заводов (в зависимости от нее определяются технико-экономические показатели работы цехов), необходимо более подробно остановиться на этом вопросе.

В статье рассматриваются основные формы специализации механических (механо-сборочных) цехов, на которые приходится более половины трудоемкости изготовления двигателя. Механическим цехам и участкам двигателестроительных заводов свойственны различные формы специализации,

являющиеся разновидностями двух основных форм: предметной и технологической. По характеру выпускаемой продукции предметные цехи (участки) подразделяются на предметно-подетальные, предметно-узловые и предметно-агрегатные. Предметно-подетальные цехи и участки делятся в свою очередь по материалу, размеру и однородности конфигурации деталей.

На практике бывают случаи, когда в цехе (или на участке) объединяются детали, имеющие не один, а несколько общих признаков (например, цех крупных стальных деталей) или все указанные признаки (цех зубчатых колес).

Предметная форма специализации цехов и участков имеет ряд преимуществ перед технологической, так как создает предпосылки для организации точного производства. Кроме того, она обеспечивает:

а) улучшение качества выпускаемой продукции и условий выявления и ликвидации дефектов в связи со специализацией работников и повышением их ответственности;

б) увеличение производительности труда в результате закрепления работ за рабочими местами, сокращения количества операций, выполняемых на одном рабочем месте, и переналадок оборудования;

в) уменьшение производственного цикла, величины маршрута грузопотоков и количества незавершенного производства, обусловленного замкнутостью обработки деталей и узлов в пределах цеха и участка;

г) упрощение управления и планирования производства, а также улучшение условий выпуска комплектной продукции и др.

На современных авиадвигателестроительных заводах механические цехи организованы по принципу предметной специализации (предметно-подетальной и предметно-узловой). В то же время около 25% участков механических цехов организованы по технологическому признаку, причем более половины из них специализированы по видам операций. Такая специализация характерна для цехов нормалей, арматуры, зубчатых колес и некоторых других. Эта организация является отсталой по сравнению с практикой передовых машиностроительных заводов, где в аналогичных цехах принята предметная специализация участков. Отметим, что специализация отдельных предметно-узловых цехов сильно нарушается вследствие большой загрузки их деталями из других узлов двигателя.

Возникает вопрос, какие же разновидности предметной специализации цехов и участков являются наиболее приемлемыми для авиадвигателестроительных заводов? На это можно ответить, что предметно-узловая специализация механических цехов имеет ряд преимуществ перед предметно-подетальной: обеспечивается повышение качества выпускаемой продукции, облегчается выявление и ликвидация дефектов, сокращается длительность производственного цикла и длина маршрута грузопотоков, уменьшается объем незавершенного произ-

водства, упрощается его планирование и управление им, обеспечивается комплектность выпускаемой продукции и др.

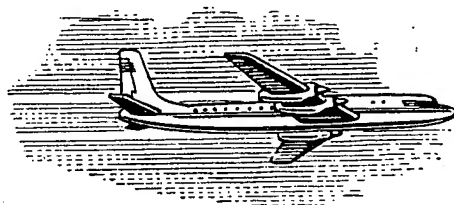
Однако по условиям производства на авиадвигателестроительных заводах строгая предметно-узловая специализация механических цехов приводит на некоторых участках к неполному использованию оборудования. В связи с этим, например, в годы Великой Отечественной войны перевод механических цехов на предметно-узловую специализацию потребовал увеличения количества оборудования на 7—15% при одновременном уменьшении коэффициента его использования. Это же подтверждается и практикой работы современных заводов реактивных двигателей, где отдельные механические цехи специализировались под влиянием конструктивно-технологического расчленения двигателей на изготовлении ротора компрессора, статоров компрессора и других узлов. В результате предметно-узловой специализации цехов в каждом из них обрабатываются только те детали, которые входят в один узел, но отличаются по материалам, конфигурации и подвергаются различным методам обработки на разнообразном оборудовании. В то же время, значительное количество однотипных деталей обрабатывается в разных цехах. Это приводит не только к неполному использованию оборудования, но и затрудняет организацию поточного производства.

Авиадвигателестроительные заводы имеют богатый опыт организации поточного производства в механических цехах, где в годы Великой Отечественной войны многие участки были поточными. Основной формой поточного производства была однономенклатурная поточная линия. Остальные участки механических цехов того времени оставались непоточными, так как даже при больших размерах выпуска отдельных деталей ими нельзя было загрузить однономенклатурные поточные линии.

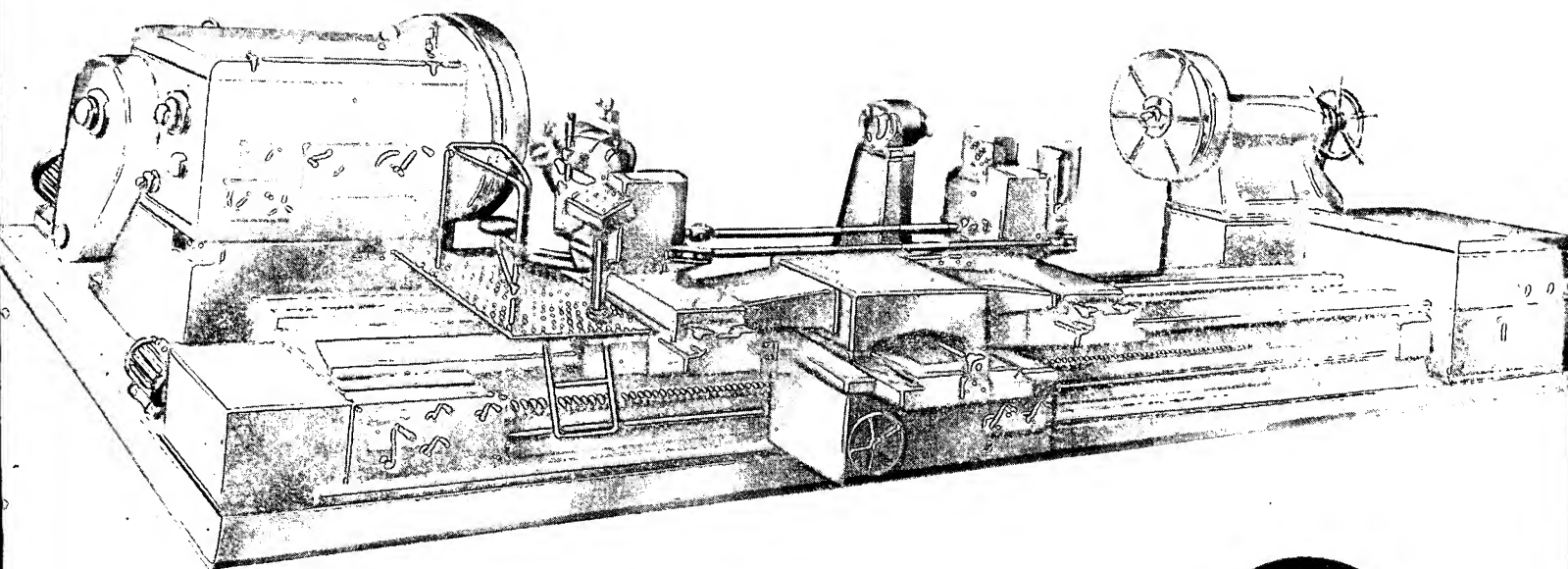
Такое же положение еще в большей степени наблюдается и сейчас в механических цехах, где при значительном количестве выполняемых операций не обеспечивается загрузка отдельных станков в связи с чем не удается организовать однономенклатурные поточные линии. Поэтому в этих цехах должны быть организованы многономенклатурные линии, при которых на каждом участке сосредоточиваются детали, обрабатываемые по одинаковому технологическому процессу, т. е. участки должны быть специализированы по однородности конструктивно-технологических признаков деталей.

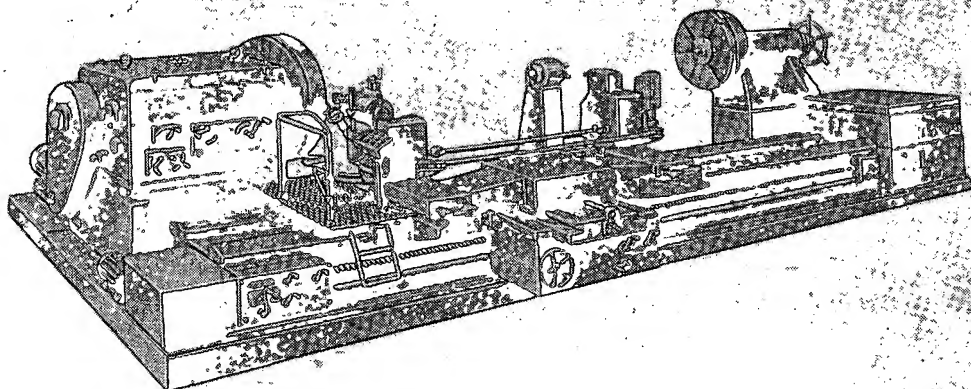
Из сказанного выше можно сделать вывод о том, что структура механических цехов авиадвигателестроительных заводов должна сочетать преимущества предметно-узловой специализации большинства их участков по однородности конструктивно-технологических признаков деталей. Для правильного установления производственной структуры механических цехов необходимо использовать схему конструктивно-технологического расчленения двигателя, которая в основном предопределяет специализацию цехов, и классификацию деталей двигателя на группы по конструктивно-технологическим признакам (материал, габаритные размеры, конфигурация деталей), от которых в значительной степени зависит специализация участков.

Описанная в статье А. Г. Розенгауза и В. И. Тихомирова типовая структура самолетостроительных заводов является результатом большой исследовательской работы, проведенной НИАТ. Необходимо выполнить подобную же работу по совершенствованию производственной структуры заводов авиадвигателей применительно к современным условиям, с учетом дальнейшего развития их специализации и кооперирования.



# **ТОКАРНО-ФРЕЗЕРНЫЙ КОПИРОВАЛЬНЫЙ СТАНОК ТФК-2**





# ТОКАРНО- ФРЕЗЕРНЫЙ КОПИРОВАЛЬНЫЙ СТАНОК ТФК-2

*Ведущий конструктор  
Я. А. Каменир*

Станок предназначен для обработки наружной поверхности и проемов самолетных деталей типа фонарей, люков, окантовок и др., входящих в обвод самолета. Детали, ограниченные поверхностью вращения, могут обрабатываться точением или фрезерованием по плоскому копиру. Детали с некруглым поперечным сечением обрабатываются на станке плоским или закругленным торцом концевой фрезы по объемному копиру, воспроизводящему поверхность в натуральную величину.

Станок оснащен трехкоординатной гидравлической следящей системой, автоматически управляющей по копиру поперечной подачей суппорта и приводами механизмов, поворачивающих фрезерную и копировальную головки в двух плоскостях так, чтобы ось фрезы всегда устанавливалась нормально обрабатываемой поверхности.

## ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Наибольшая длина обрабатываемого изделия . . .	1500 мм
Диаметр обрабатываемого изделия:	
наибольший . . . . .	1600 мм
наименьший . . . . .	250 мм
Наибольший диаметр может быть увеличен до 2800 мм, а наименьший до 1450 мм за счет увеличения расстояния между осью изделия и осью станины	
Количество скоростей шпинделя изделия . . . .	24
Числа оборотов шпинделя изделия в минуту:	
наибольшее . . . . .	192
наименьшее . . . . .	0,05
Число оборотов шпинделя фрезерной головки в минуту . . . . .	3000
Количество скоростей продольной подачи суппорта . . . . .	48
Скорость продольной подачи суппорта:	
наибольшая . . . . .	510 мм/мин
наименьшая . . . . .	8,5 мм/мин
Количество скоростей поперечной подачи суппорта . . . . .	бесступенчатое регулирование
Скорость поперечной подачи суппорта:	
наибольшая . . . . .	1200 мм/мин
наименьшая . . . . .	10 мм/мин
Вертикальное ручное перемещение фрезерной головки от среднего положения:	
вверх . . . . .	50 мм
вниз . . . . .	50 мм
Поворот фрезерной и копировальной головок в горизонтальной плоскости:	
вправо . . . . .	40°
влево . . . . .	40°
Поворот фрезерной и копировальной головок в вертикальной плоскости . . . . .	±20°
Габаритные размеры станка (длина×ширина×высота) . . . . .	7300×3500×2150 мм

*Станок изготавливается по чертежам НИАТ на заводе где главным механиком Б. С. Полонский.*

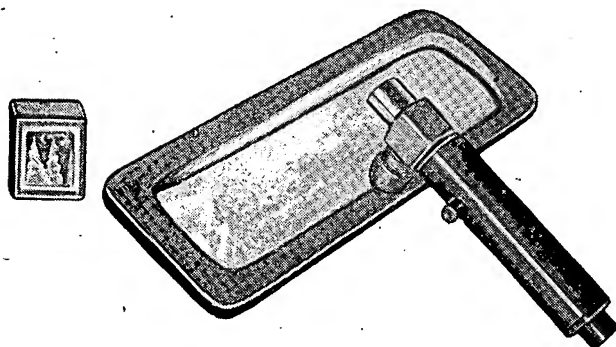
Зак. 48



# В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЦЕХАХ ЗАВОДСКИХ ЛАБОРАТОРИЯХ

## Из опыта работы экспериментально-технологического цеха

А. И. ИВАНОВ и З. Л. ЛЮГИНСКИЙ



Малогабаритный вакуумный прибор.

**К**оллектив экспериментально-технологического цеха проводит работу по внедрению новой техники.

В результате создания и применения в производственных цехах новых технологических процессов и высокопроизводительной оснастки на ряде участков значительно снижена трудоемкость изготовления основного изделия, повысилось качество его узлов и агрегатов и улучшены условия труда.

В статье описаны некоторые из внедренных работ, могущие представить интерес для родственных предприятий.

### Малогабаритный вакуумный прибор для определения герметичности соединений

Герметичность фюзеляжей и кабин в значительной степени зависит от герметичности выполнения заклепочных швов, оконных проемов и других соединений.

Для определения качества соединений в процессе сборки участки шва подвергаются предварительному контролю. Основным методом такого контроля является создание разрежения под ваку-

умным колпаком, установленным на проверяемом участке, который предварительно смачивается мыльной водой. В случае негерметичности соединения в местах утечки воздуха образуются мыльные пузыри.

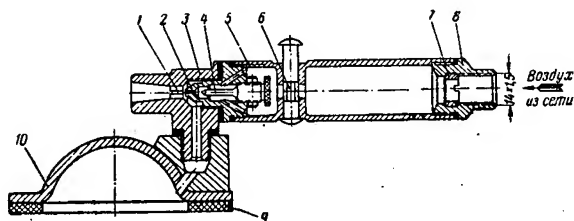
При испытании соединений на герметичность методом вакуума используются передвижные установки конструкции НИАТ с габаритными размерами  $450 \times 800 \times 900$  мм, у которых вакуум создается вакуум-насосом, работающим от электродвигателя; переносные пневматические установки с габаритными размерами  $250 \times 370 \times 460$  мм и весом до 15,5 кг, создающие разрежение до 360 мм. рт. ст., и др. К ним дюритовыми шлангами присоединяются вакуумные колпаки различной формы и размеров. Указанные установки неудобны в работе из-за больших габаритных размеров и веса; кроме того, каждая из них обслуживается двумя рабочими.

Экспериментально-технологическим цехом завода разработан и внедрен малогабаритный вакуумный прибор (см. фигуру в начале статьи), не имеющих упомянутых недостатков. При этом был использован опыт ВВИА имени Н. Е. Жуковского по созданию разрежения методом инъекции. Новый прибор характеризуется малыми габаритными размерами и весом. Управление и испытание на герметичность выполняются одним рабочим, так как прибор вмонтирован в рукоятку вакуумного колпака.

Прибор вместе с колпаком (размерами  $40 \times 110 \times 240$  мм) и рукояткой весит 0,76 кг и дает разрежение 450—500 мм рт. ст. при рабочем давлении сжатого воздуха 4—5 атм.

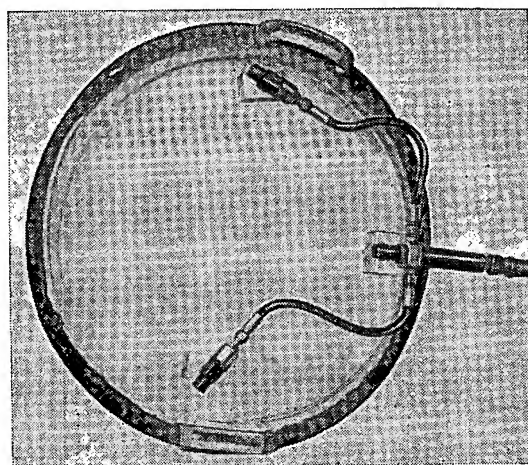
В вакуумный прибор (фиг. 1) входят рукоятка 5, корпус 3, сопло 2 инжектора и вакуумный колпак. К рукоятке посредством штуцера 8 присоединяется воздушный шланг со сжатым воздухом; там же находятся золотник управления 6 и сетка фильтра 7.

В процессе испытания соединений на герметичность вакуумный колпак устанавливается на по-



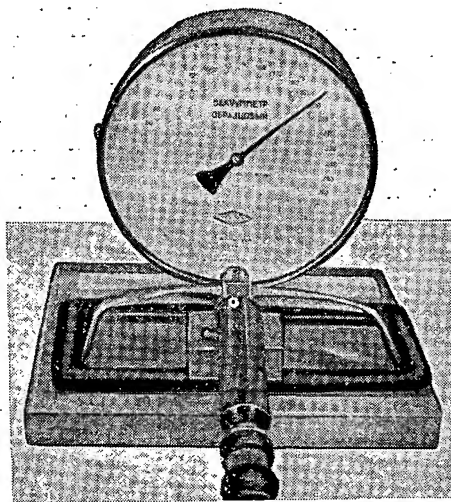
Фиг. 1. Вакуумный прибор.

1—пробка; 2—сопло; 3—корпус; 4—игла; 5—рукоятка; 6—золотник с кнопкой; 7—фильтр (кольцо с мелкой сеткой); 8—штуцер; 9—губчатая резина; 10—вакуумный колпак.



Фиг. 2. Вакуумный колпак с приборами для проверки герметичности оконных проемов фюзеляжа.

крытом мыльной водой контролируемом участке и золотник 6 перемещается в среднее положение; при



Фиг. 3. Испытание прибора на стенде.

этом воздух под давлением 4—5 атм через проточку золотника, по каналам и через инжекторное отверстие диаметром 0,8 мм поступает в сопло 2. При выходе его с большой скоростью из отверстия сопла под вакуумным колпаком создается разрежение.

Для проверки герметичности оконных проемов изготовлен колпак диаметром 600 мм, в котором смонтированы три вакуумных прибора, соединенных между собой дюритовыми шлангами. Один из них имеет ручку для подсоединения воздушного шланга сети сжатого воздуха (фиг. 2).

На фиг. 3 изображено испытание прибора на стенде (показание прибора 196,1 соответствует действительному разрежению 500 мм рт. ст.).

Описанный прибор успешно применяется в агрегатных цехах завода при проверке герметических соединений.

### Переносные пневморычажные прессы

Повышение требований к качеству заклепочных соединений на герметических швах и работающих обшивках самолетов заставляет изыскивать пути улучшения качества выполнения клепально-сборочных работ. Например, ударную клепку пневмомолотками заменяют клепкой на стационарных прессах, которая обеспечивает получение качественного шва и повышает производительность труда, в то время как ударная клепка вызывает у клепальщиц профессиональные заболевания.

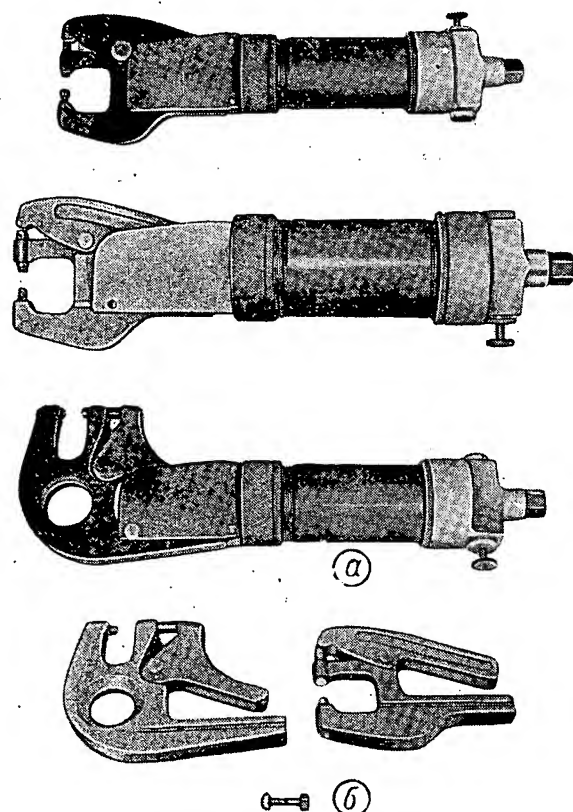
Однако применение клепки на стационарных прессах часто ограничивается недостаточной технологичностью изготавливаемых агрегатов, особенно если конструкцией не предусмотрено членение их на панели.

Кроме стационарных прессов, на заводе используются гидравлические переносные прессы, работающие от пневмогидравлических мультипликаторов типа ППГС-30-1,2. Недостатком переносных прессов является наличие шланга с двойной армировкой, соединяющего мультипликатор с прессом. Применение такого шланга связано с большим давлением, развиваемым мультипликатором (до 300 атм). При передаче давления к рабочему цилиндру пресса требуется максимальное сохранение объема масла, а это заставляет уменьшать длину шланга до 2 м. Незначительная длина шланга и его большая жесткость снижают маневренность скоб и возможность их широкого применения при работе внутри агрегатов.

Указанные недостатки переносных прессов побудили изыскивать новые конструкции.

Экспериментально-технологическим цехом спроектированы, изготовлены и внедрены в производство пневморычажные переносные прессы, работающие от сети сжатого воздуха давлением 4—5 атм без мультипликатора. Они отличаются маневренностью, так как подключаются к сети сжатого воздуха шлангом любой длины, и при сравнительно небольшом весе развивают давление, достаточное для расклепывания дюралюминовых заклепок диаметром до 6 мм включительно. Такое давление достигается за счет применения двухпоршневого штока и рычажной системы.

Существуют три модели этих прессов, отличающиеся по своей мощности (фиг. 4,а). На каждом из них может быть смонтирована легко съемная прямая или бугельная скоба (фиг. 4,б).



Фиг. 4. Пневморычажные прессы (а) и легко съемные прямая и бугельная скобы к ним (б)

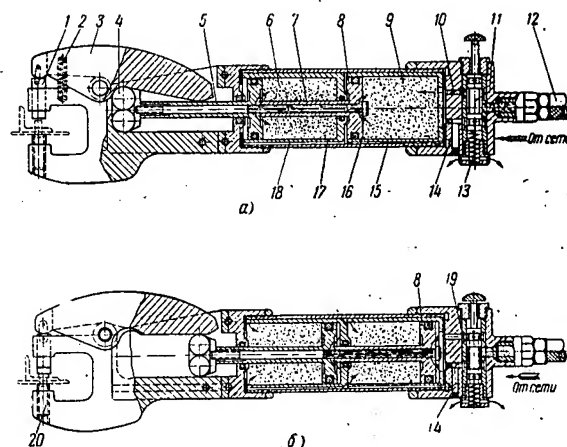
#### Технические характеристики прессов

	ПРП-11	ПРП-24	ПРП-27
Развиваемое усилие в кг	2000	4500	1500
Число ходов в минуту	15—20	15—20	20—25
Скоба:			
вылет в мм	35	55	35
зев в мм	25	35	25
Диаметр расклепываемой заклепки в мм	4	6	3,5
Вес пресса в кг	3	6	2,2

Прессы (фиг. 5) состоят из трех основных однотипных узлов: рукоятки с золотником управления; поршневой системы и силовой скобы в двух вариантах с инструментом.

Пресс работает следующим образом. Воздух из сети по шлангу 12 (см. фиг. 5,а), через кольцевую проточку золотника 11, который удерживается в верхнем положении пружиной 13, по каналу 10 по-

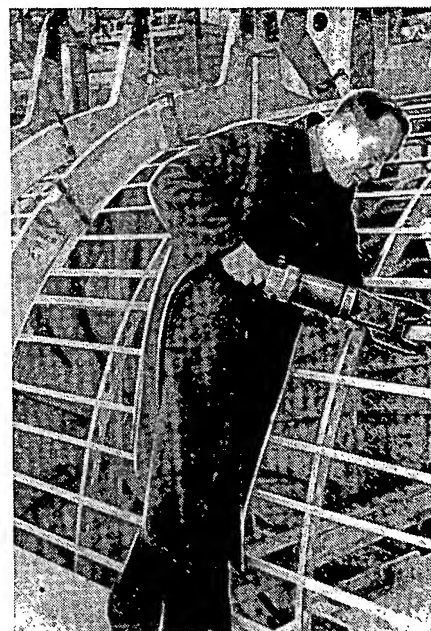
ступает в цилиндр 9 и через канал 7—в цилиндр 6. Под действием воздуха поршни 8 штока 5 с роли-



Фиг. 5. Схемы прессы до клепки (а) и во время клепки (б).

1—клепальный пуансон; 2, 13—пружины; 3—рычаг; 4—ролики; 5—шток; 6, 9—цилиндры; 8—поршни; 7, 10, 14, 15, 18, 19—каналы; 11—золотник с кнопкой; 12—шланг; 16, 17—окна; 20—поддержка.

ками 4 находятся в крайнем левом положении и занимают исходную позицию. Пружиной 2 рычаг 3



Фиг. 6. Работа пневморычажным прессом.

и клепальный пуансон 1 удерживаются в отведенном состоянии.

Для рабочего хода (см. фиг. 5,б) необходимо кнопкой опустить золотник 11 до упора, при этом

проточка золотника совпадает с каналом 14. Воздух из сети через каналы 14, 15, 18 окон 16, 17 поступает в цилиндры 9, 6 и давит на поршни 8. Последние, перемещаясь вместе со штоками 5 и роликами 4, приводят в действие рычаг 3 и клепальный пуансон 1, который и расклепывает заклепку, находящуюся между пуансоном и регулируемой поддержкой 20.

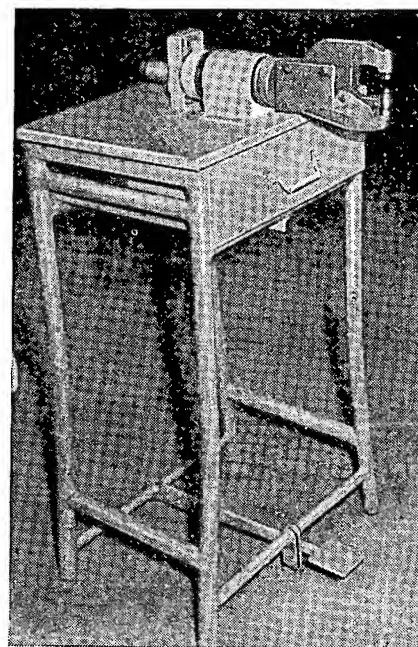
Воздух, находящийся в цилиндрах 9 и 6 с правой стороны поршней 8 (см. фиг. 5,а), через каналы 7, 10, проточку и отверстие золотника 11 выходит в атмосферу.

Наиболее широкое применение прессы нашли при клепке стрингеров и шпангоутов в фюзеляже, крыле и других агрегатах.

На фиг. 6 показана клепка новым пневморычажным прессом.

На фиг. 7 представлен пресс ПРП-11, смонтированный на подставке; на нем выполняется клепка сборочных заклепок в деталях типа нервюр и балочек.

Накопленный опыт по применению переносных пневморычажных прессов позволяет рекомендовать их для работы на других заводах.



Фиг. 7. Пневморычажный пресс ПРП-11, смонтированный на подставке.

## Высадка деталей в штампах с электронагревом части заготовки

В. И. КУРЧЕНКО

Ранее на заводе крепежные детали изготовлялись преимущественно на токарных автоматах. Это вызывало большие потери металла и непроизводительные затраты времени.

Экспериментальным цехом завода разработан и применен способ получения деталей высадкой с электронагревом части заготовки непосредственно в штампе. Этим способом теперь изготавливаются крепежные детали из сталей 45, 12Х2Н4А, 38ХА, 20ХН3А диаметром 7—22 мм и длиной 14—100 мм с различной формой головок.

Под высадку был переоборудован вертикальный эксцентриковый 16-тонный пресс Кирхайс (фиг. 1). Весь процесс на нем, кроме подачи заготовки и пуска прессы, полностью механизирован.

Установив в матрицу 3 штампа заготовки 1, рабочий нажатием на кнопку управления воздействует на пневмоэлектрический кран, который подает сжатый воздух в пневмоцилиндры 11.

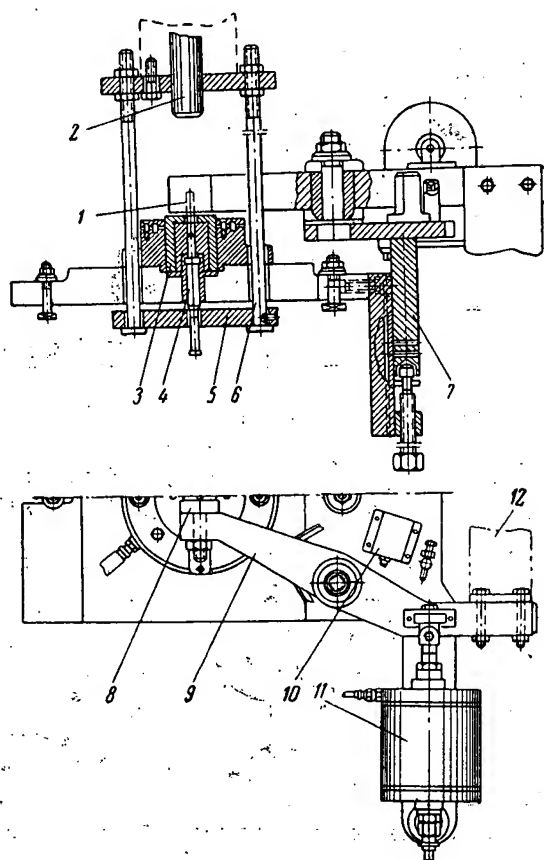
Под действием сжатого воздуха участок заготовки, подлежащий нагреву, зажимается между сменными электрическими контактами 8, после чего включается силовой трансформатор, от которого через переходные шины 12 и токонесущие контактные рычаги 9 напряжение подается к части заготовки, зажатой в контактах.

В зависимости от диаметра заготовки за 3—8 сек. участок, подлежащий высадке, нагревается до 900—1000°С. Время, необходимое для нагрева, устанавливается и контролируется при помощи реле времени. После того, как реле времени сработает, нагрев заготовки прекращается и контактные рычаги 9, вернувшись в исходное положение, замыкают конечные выключатели 10, которые включают рабочий ход ползуна прессы. Пуансон 2 ударяет по нагретой части заготовки, деформирует ее и заполняет матрицу. При обратном ходе ползуна прессы заготовка выбрасывается выталкивателем 4 из матрицы планкой 5, связанной через тяги 6 с ползуном прессы.

При правильно подобранной высоте, которая регулируется подъемом кронштейнов 7 или планки 5 тягами 6, головка высаженной детали получается правильной формы и без облоя.

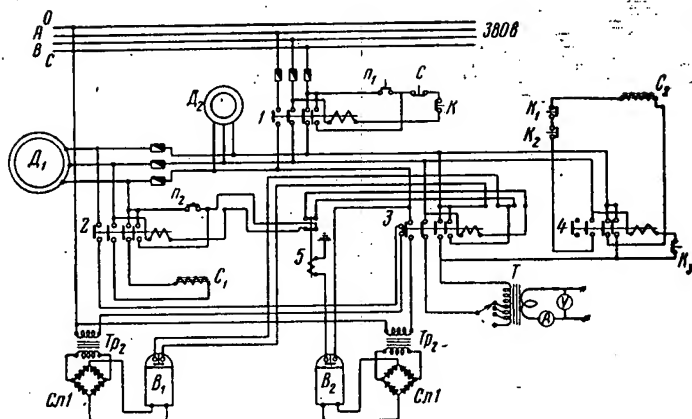
Детали, изготовленные способом высадки, имеют поверхность, соответствующую 6—7 классам чистоты, точность в пределах 2—3 классов и более высокий предел прочности. Производительность прессы, в зависимости от размеров заготовок, составляет 200—300 деталей в час.

Вся электроаппаратура (фиг. 2) смонтирована в отдельном шкафу. Силовой трансформатор мощ-



Фиг. 1. Пресс для высадки деталей с электронагревом в штампах.

1—заготовка; 2—пуансон; 3—матрица; 4—выталкиватель; 5—планка; 6—тяги; 7—кронштейн; 8—контакты; 9—рычаги; 10—выключатели; 11—пневмоцилиндр; 12—шины.

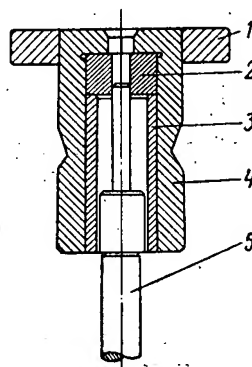


Фиг. 2. Электрическая схема.

$C_1$ —электропневмокран;  $C_2$ —соленоид рабочего хода;  $Tr_2$ —трансформатор 220/36 в, 50 вт;  $Cn1$ —селеновый выпрямитель;  $B_1, B_2$ —реле времени;  $K, K_1, K_2, K_3$ —концевые выключатели;  $T$ —трансформатор 380/3/2/1,5 в, 12 ква;  $D_1$ —электродвигатель пресса;  $D_2$ —электродвигатель водяного насоса; 1—5—реле-выключатели.

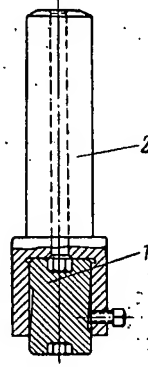
ностью 12 ква имеет первичное напряжение 380 в и вторичное 1—3 в, с четырьмя ступенями: 1; 1,5; 2 и 3 в. Трансформатор установлен на отдельной подставке непосредственно у пресса.

В настоящее время заводом на электровысадку переведены детали около 35 наименований с самой



Фиг. 3. Матрица с выталкивателем.

1—бандаж (сталь 45); 2—вкладыш (сталь 3ХВ8); 3—стакан (сталь 45); 4—матрица (сталь 3ХВ8); 5—выталкиватель (сталь У7А).

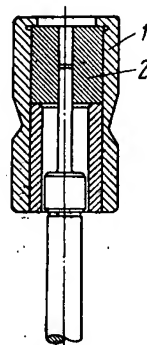


Фиг. 4. Пуансон с державкой.

1—пуансон с двусторонним формовочным гнездом головки болта (сталь 3ХВ8 или Р18); 2—державка пуансона (сталь 45).

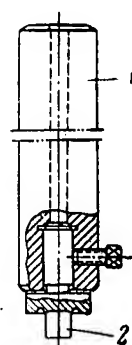
разнообразной формой головок (многогранника, цилиндра, конуса и др.).

При высадке крепежных деталей с подогревом в штампах большое значение приобретает конструкция последних и выбор материала для них. Материал должен быть устойчивым на износ и не



Фиг. 5. Матрица с выталкивателем.

1—матрица (сталь 3ХВ8); 2—вкладыш (стали 3ХВ8, 3Х2В8 при содержании С 353%, Р18 или ВК15).



Фиг. 6. Пуансон гладкий (стали У7А) с приваренным пятачком (стали 3ХВ8, Р18).

1—державка; 2—пуансон.

иметь дефектов, часто возникающих при термической обработке.

На фиг. 3—7 показаны рекомендуемые конструкции пуансонов и матриц.



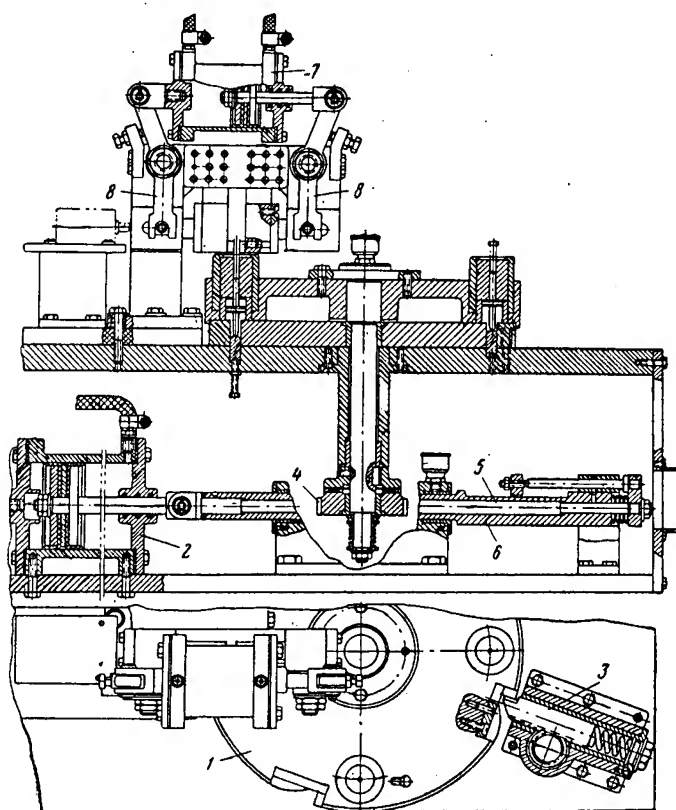
Для увеличения срока службы матриц их вкладыш можно изготавливать из сталей Р18 или ВК15, при этом диаметр стакана должен быть больше диаметра вкладыша. Конусная часть выше места для головки болта в матрице является направляющей частью для пуансона. При такой конструкции отклонение от соосности пуансона и матрицы не должно превышать 0,1 мм, а длину заготовки следует тщательно проверять, так как головка болта формируется в закрытом штампе (без облоя). Необходимо также, чтобы отклонение от соосности головки и стержня болта не превышало допустимого значения, что достигается регулировкой положения вкладыша матрицы.

Фиг. 7. Матрица с выталкивателем.

1—матрица (сталь 3ХВ8);  
2—выталкиватель (сталь У7А).

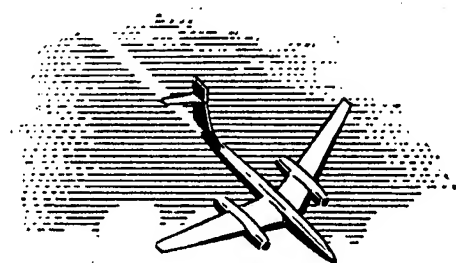
Матрица может быть изготовлена из стали У7А со вставкой из сталей 3ХВ8, Р18 или ВК15. Если рабочий ход пресса мал и расстояние между пуансоном и матрицей не позволяет ввести заготовку в матрицу, то рекомендуется применять многопозиционные поворотные устройства (фиг. 8), при помощи которых выполняются загрузка, нагрев заготовок и выталкивание высаженной детали в стороне от оси пуансона.

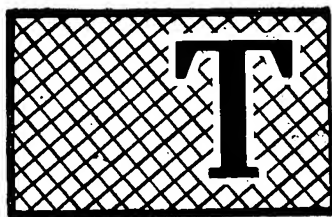
Внедрение в серийное производство высадки крепежных деталей с подогревом в штампах дало возможность заводу сэкономить 40—70% металла, снизить трудоемкость изготовления крепежных деталей на 20—50% и высвободить два токарных автомата.



Фиг. 8. Четырехпозиционный поворотный стол к прессу ПКН-10 для горячей высадки болтов.

1—поворотный стол с матрицей; 2—пневмоцилиндр для поворота стола; 3—фиксатор поворотного стола; 4—зубчатое колесо привода поворотного стола; 5—тяга привода поворотного стола; 6—рейка привода; 7—пневмоцилиндр зажима заготовки; 8—рычаги токонесущих колодок.





# ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

## Экранирование рентгеновского излучения при работе электронных ламп

С. Г. МОЛОЧНИКОВ

От рабочих, настраивающих аппаратуру сверхвысокой частоты (СВЧ), в частности генераторы СВЧ, нередко поступали жалобы на состояние здоровья. Для разработки эффективных средств по уменьшению вредного влияния мощного электромагнитного излучения были проведены исследования. В решении этой задачи большую помощь заводу оказала бригада специалистов Института гигиены труда и профессиональных заболеваний Академии медицинских наук СССР.

Однако некоторые симптомы у рабочих нельзя было объяснить исключительно влиянием излучения СВЧ, поэтому автор решил продолжить исследования в направлении поисков ионизирующего излучения, сопутствующего основному излучению СВЧ. Серией опытов показано, что главным источником такого излучения служила импульсная модуляторная лампа ГМИ-90, работавшая в нормальном режиме (напряжение на аноде до 23 кВ и сила тока в импульсе 26 А, по паспорту допустимы соответственно 33 кВ и 41 А). Далее было установлено, что обнаруженное ионизирующее излучение по своему характеру является мягким рентгеновским излучением. Была также определена его дозировка.

Продолжая исследования и проверку эффективности некоторых экранирующих средств приборами «Фиалка» с одной трубкой, отградуированной эталоном по  $\gamma$ -излучению, а также ДКЗ-2М и КИД-1 удалось обнаружить следующее:

1. Кроме лампы ГМИ-90, источником ионизирующего излучения является еще диод ВИ1-30/25, расположенный в данном случае в 15 см от нее. Интенсивность его излучения при работе в режиме, аналогичном режиму работы лампы ГМИ-90, при-

мерно в 10—12 раз меньше. Характер излучения — тот же.

2. На рабочих местах настройщиков, удаленных на 0,5—0,8 м от источников излучения, предельно допустимая доза рентгеновского облучения значительно превышена. Прибор «Фиалка» показал свыше 60 тыс. имп/мин. Предельно же допустимая суточная доза 0,05 рентген для шестичасового рабочего дня составляет 2,5 мкрентген/сек, что при измерении «Фиалкой» соответствует 45 тыс. имп/мин.

Прибор ДКЗ-2М, установленный примерно в том же месте (на расстоянии 0,5 м от источника) и при тех же условиях, отметил четырнадцатикратное превышение допустимой дозы, а индивидуальный дозиметр из комплекта КИД-1, помещенный на 10 мин. на расстоянии 0,8 м от источника, набрал 0,2 рентген, а на расстоянии 1,3 м — 0,1 рентген.

3. Интенсивность излучения в разных направлениях неодинакова. В аналогичных условиях работы ламп (анодное напряжение 22 кВ) одним и тем же прибором были сделаны замеры на одинаковом расстоянии от источников (1,2 м) в горизонтальной плоскости, проходящей через лампу ГМИ-90 (на высоте 1,1 м от пола). Для отыскания максимума измерения проводились через каждые 22,5° (в секторе между 45 и 67,5° чаще); он оказался под углом 56°. Под углом 0° лампы закрыты передней стальной обшивкой, а в других направлениях луч не экранирован. Измерения интенсивности в вертикальной плоскости при аналогичных условиях, но на расстоянии 2,5 м по направлению луча под углом —180° свидетельствуют, что она возрастает по мере увеличения высоты и достигает максимума над источником.

В рабочей зоне получены следующие результаты:

Высота в м	Число импульсов в минуту
0,6	3000
1,0	3200
1,8	3500
2,2	4100

4. Интенсивность излучения растет с увеличением анодного напряжения ламп. Приемник прибора «Фиалка» был установлен неподвижно на расстоянии примерно 0,5 м от источников. При увеличении анодного напряжения до 15 кВ прибор не обнаруживал излучения. Примерно при 18 кВ интенсивность излучения стала резко увеличиваться и при 23 кВ она превысила 60 тыс. имп/мин.

5. Интенсивность излучения ламп одного и того же типа в значительной степени зависит от их индивидуальных особенностей. В блок устанавливались поочередно 13 однотипных ламп ГМИ-90-выпусков 1955—1956 гг.; напряжение на аноде доходило до 22 кВ; приемник прибора «Фиалка» устанавливался неподвижно. Результаты измерений показали тенденцию увеличения интенсивности излучения по мере возрастания срока службы ламп.

6. Мягкое рентгеновское излучение хорошо экранируется разными материалами. Например, прибор «Фиалка» фиксировал уменьшение интенсивности излучения в сотни раз при экранировании его приемника от источника стальным, свинцовым и даже алюминиевым листом толщиной 3 мм, свинцовым стеклом толщиной 8 мм и резиной, применяемой в рентгеновской медицинской аппаратуре. Стрелка прибора почти не реагировала, когда между источником излучения и приемником помещалась диэлектрическая губчатая резина или фанера.

В результате исследований СВЧ и рентгеновского излучений на заводе осуществлены эффективные мероприятия, значительно снизившие вредное влияние излучений.

Для уменьшения вредного влияния излучения СВЧ время, в течение которого оно происходит, со-

кращено до минимально необходимого после критического пересмотра всего технологического процесса сборки и наладки, а также программы контрольных испытаний. Ряд операций наладки стали выполнять без увеличения высокого напряжения, а при некоторых операциях существенно уменьшены время и мощность излучения.

Отменены или совмещены некоторые контрольные и сдаточные операции; широко начали применять поглотители и экраны; все операции, связанные с излучением СВЧ, проводятся изолированно от цеха, а следовательно, резко уменьшен круг лиц, подвергающихся этому облучению; при невозможности избежать высокого напряжения и применить поглотители или экраны решен вопрос о месте рабочего с учетом плотности потока мощности в разных точках.

Для уменьшения вредного влияния рентгеновского излучения изоляционные ножки обоих источников (ГМИ-90 и ВИ1-30/25) экранировали 2-миллиметровыми стальными кожухами, напоминающими колпак без дна; на другом участке применен стальной щиток, экранирующий от излучения зону пребывания людей; на испытательных стендах утолщены стенки и закрыты шторками смотровые стекла, а в некоторых из них обычное стекло заменено просвинцованным толщиной 8 мм; сокращено время работы с высоким напряжением при контрольных и сдаточных операциях, в частности, за счет их совмещения; ограничен доступ посторонних лиц в помещение.

#### Выводы

Электронные лампы, работающие с относительно высокими напряжениями, в частности в импульсных режимах, могут являться источниками интенсивного ионизирующего рентгеновского излучения. Интенсивность его при анодном напряжении 22 кВ такова, что предельно допустимая доза (суточная) на рабочих местах настройщиков достигается за 20—30 мин.

Рентгеновское излучение указанного типа легко экранируется стальными, свинцовыми и даже алюминиевыми листами толщиной 3 мм.

## Организация контроля воздушной среды на производстве

А. К. ПРОКОФЬЕВА

Известно, что вдыхание пыли, содержащей свободную двуокись кремния, вызывает заболевание силикозом, попадание паров свинца и ртути через дыхательные пути приводит к тяжелым хроническим заболеваниям и т. д. Поэтому нужно постоянно следить за чистотой воздуха в рабочих помещениях и особенно там, где он загрязняется

вредными веществами, пылью, дымом и газами (участки очистки деталей сухим кварцевым песком; гальванопокрытия деталей; термообработки и травления металлов; работ, связанных с применением свинца и ртути, и др.).

Для создания здоровых и безопасных условий труда необходимо правильно организовать конт-

роль за состоянием воздушной среды на производстве.

Практика показывает, что на большинстве предприятий авиационной промышленности такой контроль поставлен плохо. Нередко анализы воздуха берутся формально, от случая к случаю, и не отражают действительного состояния воздушной среды на рабочих местах; для проведения их привлекаются сотрудники лабораторий санитарно-эпидемических станций, вызов которых затруднен и неудобен; не делаются анализы воздуха при выходе из строя вентиляции или оборудования, когда его загрязненность усиливается. На некоторых предприятиях анализы проводит работник химической лаборатории или отдела главного металлурга. Ввиду сильной загруженности основной работой он не в состоянии делать их систематически.

Заслуживает внимания организация контроля воздуха на одном из заводов авиационной промышленности. Здесь при бюро техники безопасности (БТБ) создана лаборатория по анализу воздуха, выделен квалифицированный инженер-химик. В лаборатории имеются переносная ротационная установка для отбора проб воздуха; электрические аналитические весы; специальный сушильный шкаф; вытяжной шкаф; муфельная печь; два закрытых шкафа с химическими реактивами и посудой; лабораторный стол с полками; насос, необходимый при анализе воздуха на свинец; пылесос для отбора проб на пыль и хром; приборы для определения влажности воздуха, наличия в нем окиси углерода, для измерения тепловой радиации и определения направления воздушного потока. Кроме

того, там есть все химические реактивы, нужные для проведения анализов воздуха на хлор, фтор, аммиак, циан, хром, свинец, сернистый газ, окись углерода, керосин, бензин, тетраэтилсвинец и ртуть; люксметр и шумомер, которые используются для определения освещенности рабочих мест и интенсивности шума; необходимая справочная литература.

Благодаря созданию такой лаборатории на заводе установлен надлежащий контроль за состоянием воздушной среды в производственных помещениях. Анализы воздуха проводятся регулярно по графику, утвержденному главным инженером. Кроме плановых, часто выполняются внеплановые анализы, вызываемые выходом из строя оборудования или вентиляции. Они берутся несколько раз, пока причины загазованности или запыленности воздуха не будут устранены и анализ не покажет отсутствия в нем вредных веществ или наличия их в пределах допустимых норм. Подобная организация контроля дает возможность своевременно обнаруживать неполадки в работе вентиляции и оборудования, проверять состояние воздушной среды при внедрении новых технологических процессов и материалов, сигнализировать о том, что на таком-то участке необходимо немедленно принять меры по созданию здоровых и безопасных условий труда.

Описанный опыт организации и работы лаборатории по анализу воздушной среды следует использовать на всех заводах для достижения нормальных санитарно-гигиенических условий, обеспечивающих высокую производительность труда.

## Электромагнитное блокировочное устройство, обеспечивающее безопасность работы на эксцентриковых прессах

И. Г. ПРИБЛУДНЫЙ, В. Я. КЮММИОС и Б. И. БАШТАН

Для безопасной работы на эксцентриковых прессах авторы статьи разработали электромагнитное блокировочное устройство, которое просто по конструкции и дешево в изготовлении. Оно установлено на одном из эксцентриковых прессов и безотказно эксплуатируется уже продолжительное время.

На фиг. 1 показана электрокинематическая схема устройства, состоящего из блока питания, в который входят понижающий трансформатор и селеновый выпрямитель, две кнопки на ручках включения рычагов электромагнита с тягой, сигнальная лампочка, дополнительный поворотный упор, установленный параллельно основному поворотному упору, конденсатор для гашения искр

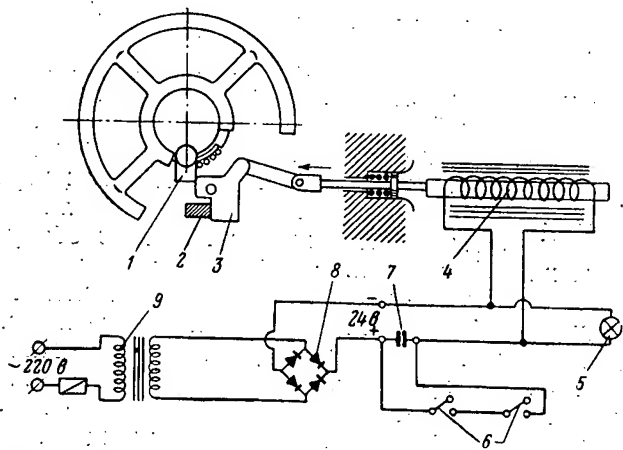
в кнопках в момент разрыва цепи и палец включения пресса.

В устройстве используются кнопки включения системы КВ-6, разрывающие цепь на непродолжительное время, в результате чего контакты не обгорают и более долговечны в работе. Электромагнит рассчитан на напряжение 24 в постоянного тока и развивает тяговое усилие 10—12 кг.

Автотрансформатор понижает напряжение с 220 до 24—30 в; затем ток выпрямляется селеновым выпрямителем. При включении магнита для отвода дополнительного упора в цепь пониженного напряжения образуется ток 1,8 а.

Пресс со смонтированным на нем блокировочным устройством показан на фиг. 2. Дополнитель-

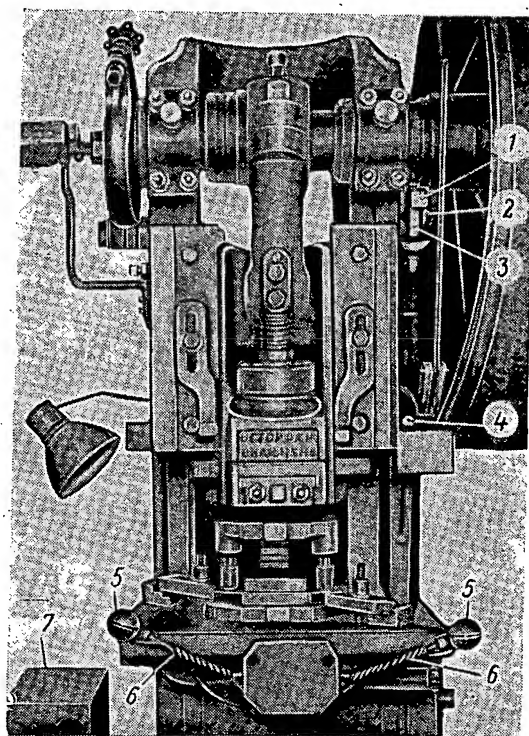
ный поворотный упор 3 с электромагнитом устанавливают у пальца 1 включения прессы так, чтобы не мешать его основной работе. Сигнальная лампочка 4 с табличкой: «Внимание! При постоянно горящей красной лампочке предохранитель от-



Фиг. 1. Электрокинематическая схема блокировочного устройства.

1—палец; 2—основной поворотный упор; 3—дополнительный поворотный упор; 4—электромагнит; 5—сигнальная лампочка; 6—кнопки; 7—конденсатор; 8—селеновый выпрямитель; 9—трансформатор.

Расположение кнопок на ручках позволяет одновременно отводить упоры 2 и 3. Последний находится на 2,5—3 мм позади упора 2, в который упирается палец 1 включения прессы. Это дает возможность выводить упор 3 из состояния предохранения без дополнительной нагрузки на электромагнит. Кроме того, указанный упор очень мало изнашивается, так как при нормальной работе бездействует. При разъединении его с остальными элементами блокировочного устройства он не выводится из положения, запирающего пресс.



Фиг. 2. Пресс со смонтированным на нем блокировочным устройством.

1—палец; 2—основной поворотный упор; 3—дополнительный поворотный упор; 4—сигнальная лампочка; 5—кнопки; 6—рычаги; 7—блок питания (трансформатор и выпрямитель).

ведён — работать опасно!» — находится на лицевой стороне прессы, на уровне глаз рабочего. Блок питания 7 помещают рядом с прессом или на стене. В ручки включения рычагов 6 вмонтированы две кнопки 5 так, чтобы при нажатии на них пружина между верхней и нижней частями ручки сжалась, а кнопка включила ток в электромагнит. В последующий момент кнопки не испытывают усилий, так как верхняя часть ручки упирается в нижнюю и нажатие рук передается на рычаги 6.

Когда электромагнит не включен, дополнительный поворотный упор 3 находится в запирающем положении и не дает пальцу 1 включить ползун на срабатывание прессы, независимо от того, будет ли основной поворотный упор 2 включения прессы отведен на рабочий ход.

Пресс сработает только тогда, когда на ручках включения рычагов 6 будут одновременно нажаты кнопки 5, включающие электромагнит. Ток пройдет через катушку электромагнита, который отведет дополнительный поворотный упор 3 и одновременно зажжет красную сигнальную лампочку 4.

В случае одновременного выхода из строя основной и дополнительной систем включения самопроизвольного срабатывания прессы не бывает. Следовательно, возможность травм исключена.



## Защитное устройство к фрезерным станкам

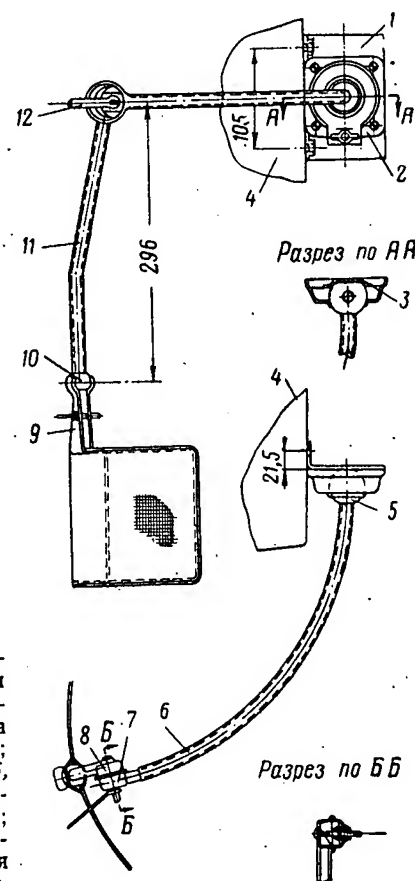
Для предохранения рабочего от металлической стружки, образующейся при фрезеровании, К. И. Медведев и Б. Я. Липхин предложили на пути факела стружки поместить защитную сетку с ячейками 0,5—1 мм, вставленную в рамку.

Рамка с сеткой (см. фигуру) закреплены на шарнирном кронштейне, благодаря чему при обработке детали защитную сетку можно легко и быстро устанавливать под любым углом, а также отводить вверх и в сторону при смене детали или инструмента. Шарнирный кронштейн крепится к станине станка выше фрезы.

Защитное устройство обеспечивает безопасную работу без применения защитных очков и других приспособлений, дает возможность обрабатывать детали разной конфигурации на любом фрезерном станке и может быть использовано на других металлообрабатывающих станках. Оно просто в изготовлении и хорошо зарекомендовало себя при испытаниях в производственных условиях.

*По материалам Дома техники оборонной промышленности*

1—основание; 2—фланец с шаровым шарниром; 3—прижим; 4—станина фрезерного станка; 5, 10—шары; 6, 11—трубы; 7—чаша со впадиной; 8—чаша с выступом; 9—защитная рамка; 12—зажим.



## Вентиляция кабины крановщика в литейном и кузнечном цехах

А. МОРОЗОВ

Предложенная А. А. Броверманом и И. Е. Тимофеевым установка для подачи чистого воздуха в кабины крановщиков в литейном цехе и на термическом участке кузнечного цеха снабжена вентилятором ЭВР № 2, производительностью 1700 м<sup>3</sup> воздуха в час, который нагнетает его в воздуховод, расположенный параллельно движению крана.

Воздуховод в нижней части имеет щель с резиновыми уплотнениями. В кабине крановщика смонтирован патрубок для подачи чистого воздуха. При ее движении патрубок скользит в щели.

В зимних условиях поступающий в кабину воздух подогревается в калорифере.

Применение вентиляционного устройства улучшило условия труда.

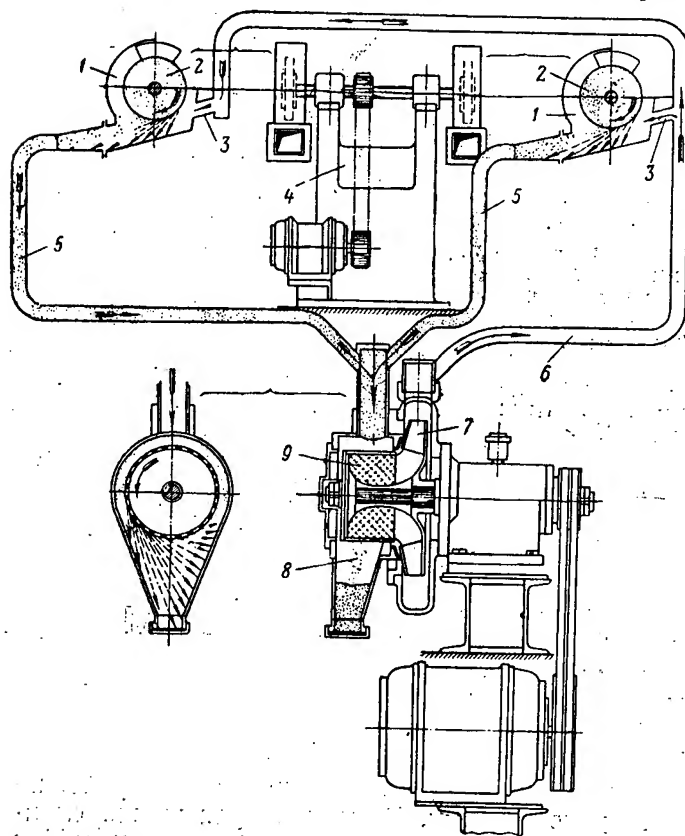
# Новая пылесосная установка к двустороннему заточному станку

З. КАШАПОВ и К. ТОПОРОВ

Пылесосы с индивидуальным приводом, установленные на шлифовальных и заточных станках, не полностью отсасывают абразивную пыль, возникающую в процессе их работы. Большое количество ее оседает на деталях станков, что приводит к быстрому их износу. Кроме того, запыленность воздуха вредно сказывается на здоровье заточников и шлифовщиков.

Установка старой конструкции состоит из резервуара, на котором помещен пылесос. Всасывающий патрубок пылесоса соединен гибким брезен-

завода К. Д. Топоров спроектировал пылесосную установку, работающую по замкнутому циклу с большими скоростями воздушного потока\* (фиг. 1). Она устанавливается параллельно заточному станку.

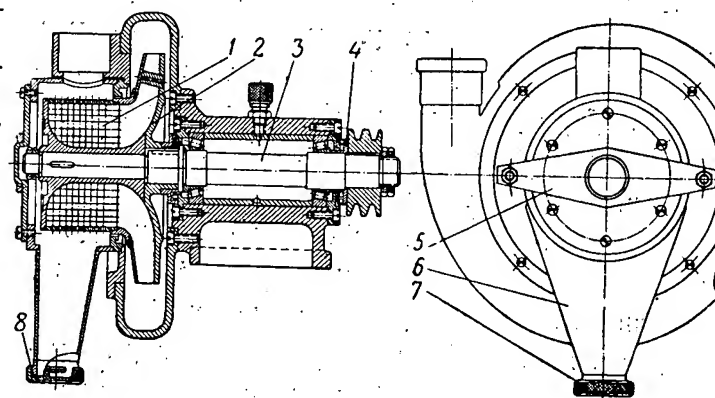


Фиг. 1. Пылесосная установка к двустороннему заточному станку.

1—кожухи; 2—абразивные круги; 3—патрубки; 4—заточной станок; 5—трубы; 6—напорный трубопровод; 7—крыльчатка; 8—бункер; 9—барабан.

товым шлангом с кожухом абразивного круга станка, напорный—вставлен в резервуар со стружкой, смоченной маслом. Грубая шероховатая поверхность шланга задерживает засасывание пыли, много времени затрачивается на ремонт и очистку пылесоса.

Учтя указанные недостатки, конструктор ОГМ



Фиг. 2. Пылесосная установка без труб.

1—барабан; 2—крыльчатка; 3—вал крыльчатки; 4—лабиринтные кольца; 5—траверса; 6—бункер; 7—крышка; 8—прокладка.

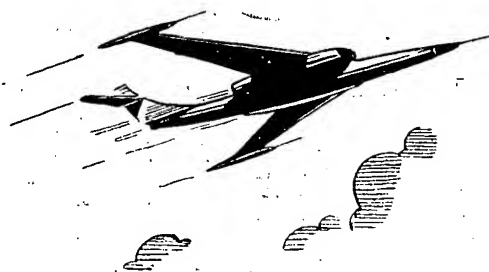
Пыль от абразивных кругов 2 втягивается в металлические трубы 5 крыльчаткой 7, имеющей барабан 9 со сквозными отверстиями, через которые засасывается воздух. При большой скорости вращения барабана (около 25 м/сек) частицы пыли в момент столкновения с ним отбрасываются центробежной силой, ударяются о наклонную стенку бункера 8 и, теряя при этом скорость, падают на дно бункера. Очищенный от пыли воздух через отверстия барабана 9 выбрасывается крыльчаткой 7 в напорный трубопровод 6, а оттуда через патрубки 3 направляется в кожухи 1, сдувая попадающую на его пути абразивную пыль во всасывающие трубы 5. Таким образом, происходит замкнутая принудительная циркуляция воздушного потока с большой скоростью, что является дополнительным средством удаления и улавливания пыли.

Новая пылесосная установка может обслуживать одновременно несколько станков, а также устанавливаться внутри станка и иметь с ним общий привод.

\* Принцип работы установки заимствован из описания инженеров И. С. Розенкранца и А. С. Пречистенского, опубликованного в журнале «Знание—сила», 1952 № 11.

На фиг. 2 изображена пылесосная установка без труб, в которой использован пылесос старой установки. Реконструкции подверглись только отдельные его детали. Так, был удлинен вал 3 крыльчатки 2 и на него помещен барабан 1 с отверстиями, суммарная площадь которых эквивалентна площади всасывания крыльчатки; фетровые уплотнения были заменены лабиринтными кольцами 4. Дополнительно изготовлен бункер 6 для улавливания абразивной пыли, который одновременно является и крышкой пылесоса; он крепится к корпусу последнего при помощи traversы 5, что дает возможность быстро снимать его с установки. Нижняя часть бункера выполнена в виде воронки и закрывается быстросъемной крышкой 7 с уплотнительной резиновой прокладкой 8.

Эксплуатация новой пылесосной установки в ремонтно-механическом цехе показала, что она полностью улавливает абразивную пыль, проста по конструкции и надежна в работе. Кроме того, ее не нужно разбирать для очистки; сухая абразивная пыль удаляется из воронки бункера.



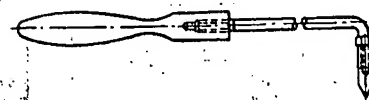
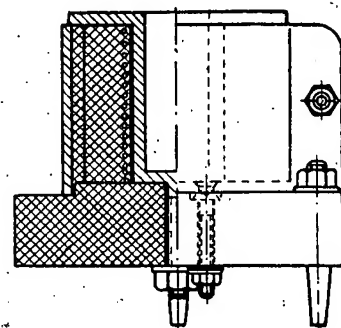
## В СМЕЖНЫХ ОТРАСЛЯХ МАШИНОСТРОЕНИЯ

### Паяльник с тиглем

На Ленинградском электромеханическом заводе внедрен паяльник новой конструкции, предназначенный для припайки и спайки проводов диаметром 0,1—0,8 мм. В тигле с нагревательным элементом находится расплавленный припой ППОС40. Температура нагрева тигля 230—235°, она регулируется изменением длины нихромовой проволоки нагревателя.

Стойкость нагревательного элемента в четыре-пять раз выше по сравнению со стандартным паяльником ЭТ-II. В результате производительность труда намотчиков увеличилась на 10—15%, расход припоя сократился на 15—20%, улучшились условия труда рабочих, а также значительно уменьшились затраты на ремонт нагревательных элементов.

По материалам Министерства электротехнической промышленности СССР; «Рационализаторские предложения», 1956, вып. 13/71. Публикуется в «Бюллетене изобретателя и рационализатора», НИИТ, 1958, вып. 1.



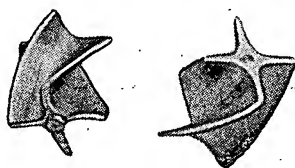
# ЗАВОДСКОЙ ОПЫТ

## Приспособление для изготовления четырехзаходных крыльчаток на токарном станке

На заводе четырехзаходные крыльчатки (фиг. 1) изготавливали на токарных станках чрезвычайно сложным и трудоемким способом, аналогичным нарезанию многозаходной резьбы. При этом процент брака был высоким.

Рабочий-рационализатор Н. А. Петров и начальник цеха Е. В. Сапилов при участии технологического отдела разработали и внедрили новый высокопроизводительный процесс изготовления крыльчаток.

На токарном станке получают заготовку-валик с наружным диаметром, равным диаметру детали. Длина валика берется значительно большей,



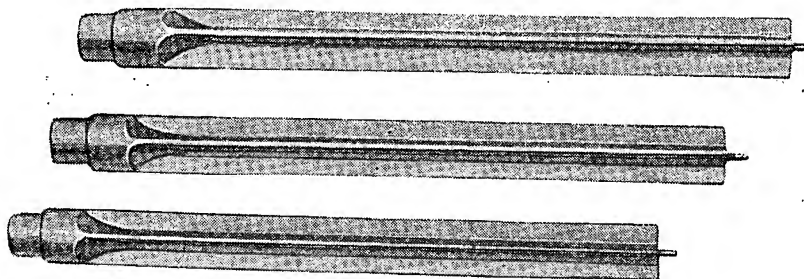
Фиг. 1. Четырехзаходные крыльчатки.

чем окончательный размер крыльчатки, с таким расчетом, чтобы из одной заготовки можно было изготовить пять-семь деталей. На валике фрезеруются в центрах четыре прямоугольных ребра с припуском под шлифование (фиг. 2).

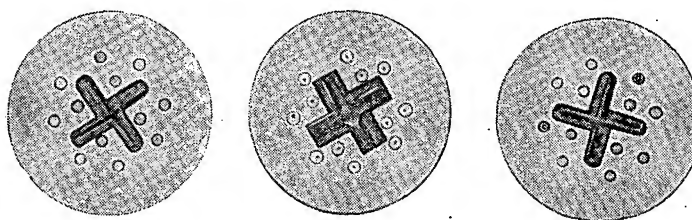
Далее ребра шлифуют до окончательных размеров по чертежу. При этом важно то, что каждое ребро заготовки доступно для измерений по глубине и толщине; это обеспечивает получение совершенно равных между собою четырех ребер.

Обработанную таким образом заготовку «завивают» в приспособлении, которое представляет собой стальную шайбу с крестообразно расположенными в ней прорезями, соответственно толщине и высоте ребер крыльчатки (фиг. 3). В зависимости от профиля ребер крыльчатки изменяют форму прорезей в шайбе. Поверхность прорезей должна быть полированной и острые грани на их краях — закруглены.

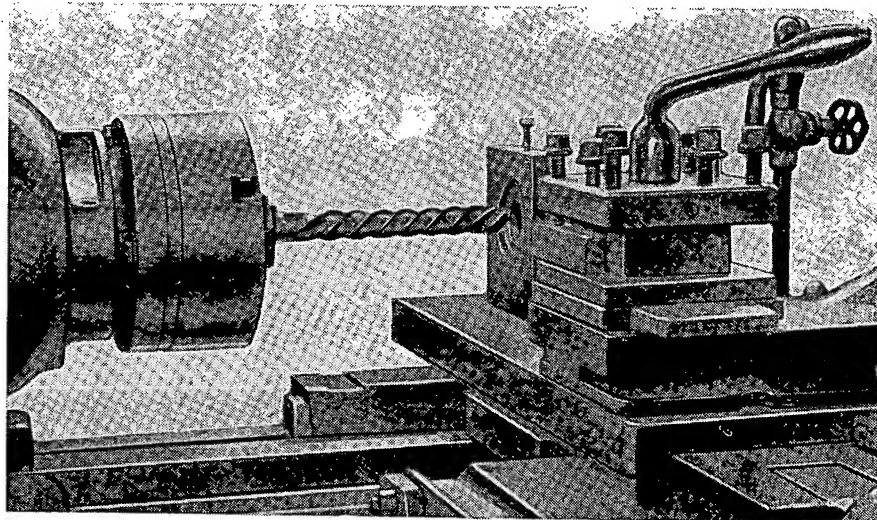
Приспособление устанавливают на специальной оправке в суппорте то-



Фиг. 2. Заготовки для крыльчаток с четырьмя прямоугольными ребрами.



Фиг. 3. Приспособления для завивания заготовок с различными профилями прорезей.



Фиг. 4. Завивание заготовок для крыльчаток на токарном станке.

карного станка (фиг. 4). Заготовку с ребрами зажимают одним концом в патроне токарного станка, а другим (шлифованным) вводят в прорези шайбы.

Заготовку и прорези обильно смазывают маслом. Затем, включив токарный станок на наименьшее число оборотов шпинделя, одновременно сообщают суппорту продольную подачу, необходимую для завивания заготовки по заданной винтовой линии. При этом подача должна быть

равна шагу закрутки. Дальнейшие простые токарные операции позволяют получить готовую деталь в соответствии с размерами чертежа.

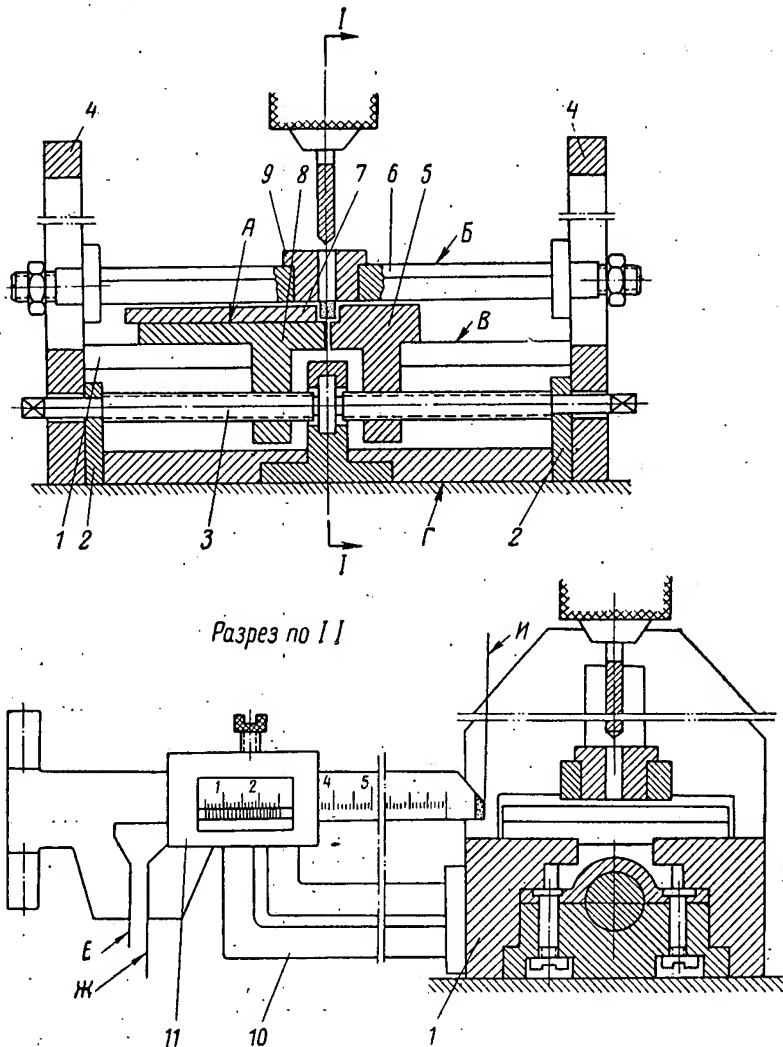
Внедрение нового процесса изготовления крыльчаток-вертушек с применением описанного приспособления значительно улучшило качество деталей, повысило производительность труда в пять раз и дало возможность использовать менее квалифицированных рабочих.

Е. М. Смольянинов

### Универсальный кондуктор

Рационализаторы Н. Бабарыкин и В. Никифоров разработали универ-

кондуктор (фиг. 1) имеет корпус 1, внутри которого расположен винт 3.



Фиг. 1. Универсальный кондуктор.

1—корпус; 2—подшипники; 3—винт с левой и правой резьбой; 4—стойки; 5—правая губка; 6—подвижной кронштейн; 7—пластина; 8—левая губка; 9—сменная кондукторная втулка; 10—кронштейн; 11—каретка мерительной линейки.

сальный кондуктор для сверления в деталях отверстий, центры которых лежат на прямой линии.

с левой и правой резьбой. Крайними шейками винт 3 опирается на подшипники 2; центральная шейка опи-

рается на разъемный подшипник. На резьбовые части винта 3 накрутены губки 5 и 8, которые служат для закрепления деталей. К торцам корпуса 1 прикреплены стойки 4 с пазами, изготовленными по 2-му классу точности, в которых расположены направляющие кронштейна 6.

В осевой плоскости I—I кронштейн имеет точное отверстие для сменных кондукторных втулок 9. В зависимости от толщины детали кронштейн 6 можно опускать и поднимать вверх и вниз. В выбранном положении кронштейн фиксируют гайками, навинченными на его концы. Щетки кронштейна 6 обеспечивают строгую параллельность поверхностей Б и Г. К боковой поверхности корпуса 1 прикреплен также кронштейн 10. На его конце расположена каретка 11, в которой может перемещаться мерительная линейка. Линейка установлена таким образом, что при совпадении ее торца И с вертикальной осевой линией нулевое деление нониуса каретки 11 с двенадцатым делением линейки. В этом положении ее фиксируют винтом. Обрабатываемую деталь вставляют до упора в торец И линейки, закрепляют в губках и через кондукторную втулку сверлят отверстие.

Это весьма удобно для настройки кондуктора, так как ось I—I является осью сверла, кондукторной втулки, обрабатываемого отверстия и осью симметрии губок 5 и 8.

Например, если центр отверстия должен быть расположен от торца детали на расстоянии 12 мм, то линейку отводят в левое положение до совпадения нулевого деления нониуса каретки 11 с двенадцатым делением линейки. В этом положении ее фиксируют винтом. Обрабатываемую деталь вставляют до упора в торец И линейки, закрепляют в губках и через кондукторную втулку сверлят отверстие.

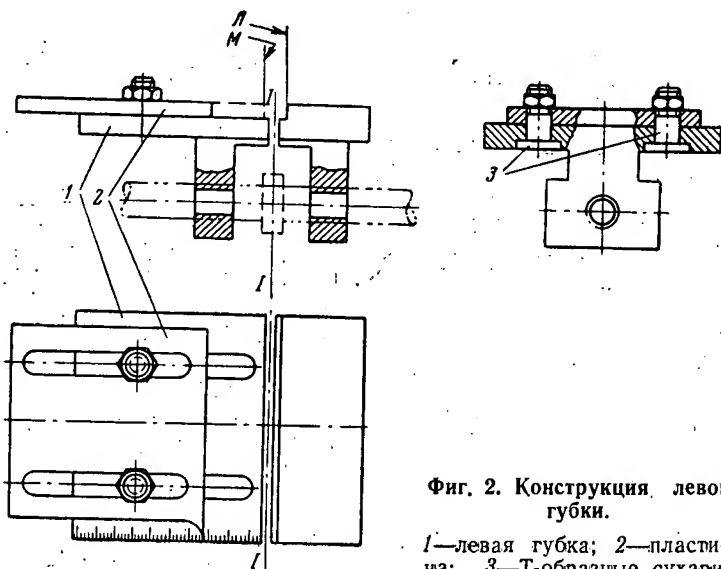
Автором статьи внесено изменение в конструкцию левой губки и добавлен конический упор.

На левой губке 1 (фиг. 2) укрепляется дополнительная пластина 2. В губке и пластине есть пазы, в которые вставлены Т-образные сухари 3. Для пружины установки пластина имеет стрелку-указатель, а по краю губки нанесены миллиметровые деления. При более точной установке применяют концевые меры, закрепляемые между поверхностями Л и М.

При обработке в детали (фиг. 3,а) отверстий, центры которых одинаково удалены от боковых поверхностей, торец М пластины располагают от оси I—I на расстоянии, равном расстоянию между торцом правой губки и осью I—I. При обработке в детали (фиг. 3,б) отверстий в первом и втором рядах торец пластины помещают влево от оси I—I на расстояниях, определяемых по ширине детали и расстоянию Т между рядами.

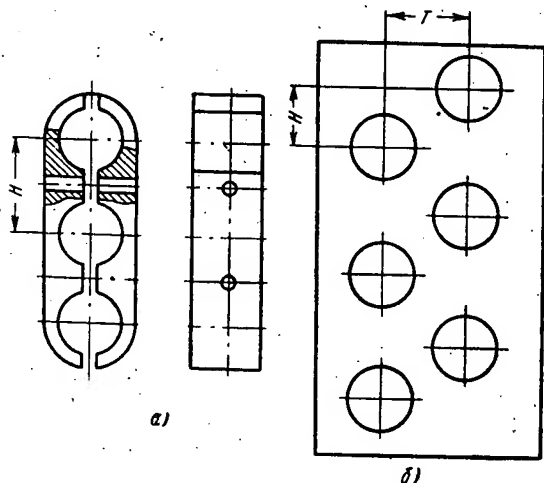
В тех случаях, когда центры всех отверстий детали находят от торца Р (фиг. 4), пользуются упором И. Если же необходимо выдержать размер Н между центрами отверстий, то применяют приставной конический



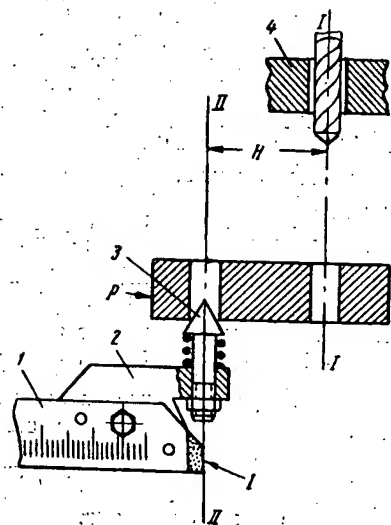


Фиг. 2. Конструкция левой губки.

1—левая губка; 2—пластина; 3—Т-образные сухари.



Фиг. 3. Детали, обрабатываемые на кондукторе.

Фиг. 4. Приставной конический упор.  
1—мерительная линейка; 2—кронштейн; 3—конический упор; 4—сменная кондукторная втулка.

упор. Кронштейн 2 прикрепляется к мерительной линейке 1 с помощью двух штифтов и болта. В кронштейне есть отверстие, в котором скользит цилиндрический хвостовик конического упора 3. Торец  $H$  линейки 1 и оси отверстия кронштейна 2 и упора 3 лежат на одной прямой. Пружина упора 3 является амортизатором и помогает правильно устанавливать отверстие детали на головке упора.

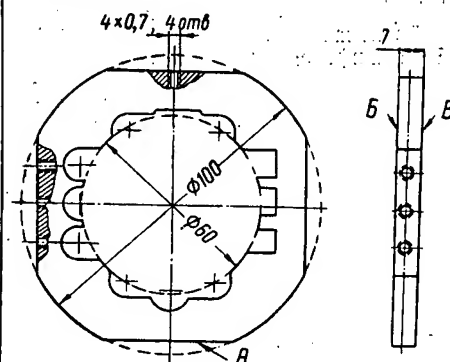
С применением универсального кондуктора значительно увеличилась производительность труда, так как отпала необходимость размечать центры отверстий; сократился расход металла на изготовление специальных кондукторов; снизилась загрузка координатно-расточных станков. Кондуктор обеспечивает точность расстояний между центрами в пределах  $\pm 0,1$  мм, а в отдельных случаях  $\pm 0,05$  мм. На нем можно обрабатывать отверстия в деталях с габаритными размерами  $80 \times 120 \times 80$  мм.

И. С. Курин

### Кольца и рамки для крепления деталей из жаропрочных сплавов на магнитных плитах

По техническим условиям, заданным в чертежах, плоскости деталей из жаропрочных сплавов в большинстве случаев должны быть строго параллельны. Чтобы добиться этого, такие детали обрабатывают на плоскошлифовальных станках.

Так как жаропрочные сплавы не притягиваются магнитным полем, детали при шлифовании закрепляют в прецизионных тисочках или обкладывают пластинами, материал которых притягивается к магнитной плите станка.



Фиг. 1. Кольцо для закрепления деталей из жаропрочных сплавов на столе плоскошлифовального станка.

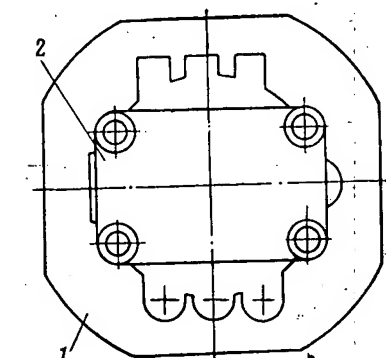
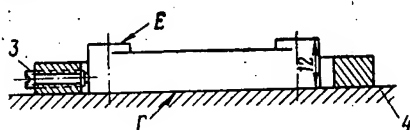
Однако указанные способы обеспечивают параллельность не точнее  $0,04$  мм для плоскостей с размерами  $50 \times 100$  мм. Кроме того, способ обкладки опасен, так как такое крепление недостаточно жестко и в процессе шлифования деталь может быть сорвана крутом. Для крепления деталей из жаропрочных сплавов при обработке на плоскошлифовальных станках М. М. Кауркин предложил использовать кольца, материал которых притягивается к магнитной плите. Этот способ более надежен и гарантирует параллельность  $0,02$  мм для плоскостей с размерами  $50 \times 100$  мм.

Высота колец должна быть на  $0,5$ — $1$  мм меньше, чем детали. Внутренний и наружный диаметры колец определяют в зависимости от габаритных размеров обрабатываемых деталей.

На фиг. 1 изображено кольцо для шлифования деталей трех наименований с различными размерами (фиг. 2, 3 и 4). С внутренней стороны в кольцо фрезеруют пазы, в них вставляют детали и слабо прижимают их стопорным винтом.

Кольцо с деталью устанавливают на магнитную плиту. Легкими ударами молотка из цветного металла по поверхности  $E$  деталь осаживают в кольцо так, чтобы она плотно прилегла поверхностью  $Г$  к магнитной плите. Затем сильно затягивают стопорный винт и шлифуют плоскость  $E$  до требуемого размера. После этого деталь освобождают переворачивая.

вают вместе с кольцом и кладут на плиту уже отшлифованной плоскостью *E*.

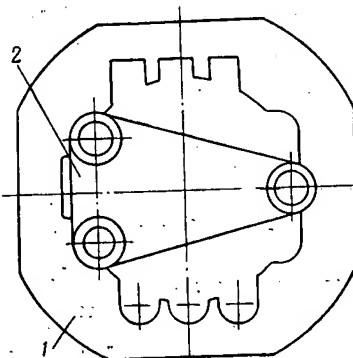
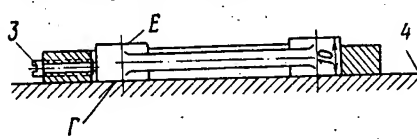


Фиг. 2. Деталь «крышка», закрепленная в кольце.

1—кольцо; 2—деталь; 3—стопорный винт; 4—стол станка.

Деталь вновь слабо закрепляют, обстукивают, закрепляют окончательно и шлифуют поверхность *Г*, выдерживая необходимый размер между поверхностями *Г* и *E*. На магнитную

плиту станка устанавливают несколько колец с закрепленными деталями, чего совершенно нельзя сделать при



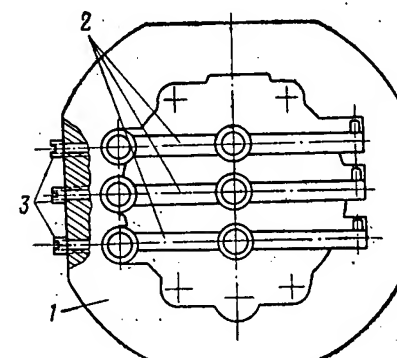
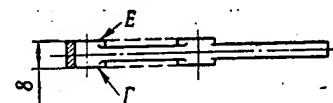
Фиг. 3. Деталь «серьга», закрепленная в кольце.

1—кольцо; 2—деталь; 3—стопорный винт; 4—стол станка.

шлифовании деталей в прецизионных тисочках.

В последнее время на заводе применяются также сварные рамки, в которых можно устанавливать восемьдесят деталей. Кольца и рамки, как

правило, изготавливают из отходов производства (сталей 20, 25 и 45). Применение крепежных колец и рамок



Фиг. 4. Детали «рычаг», закрепленные в кольце.

1—кольцо; 2—деталь; 3—стопорные винты.

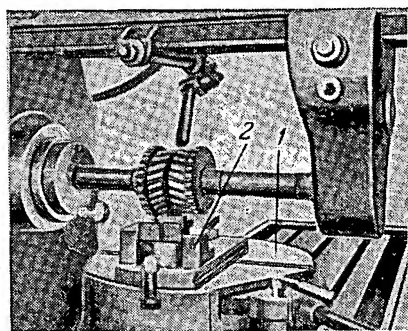
для закрепления на магнитных плитах деталей из жаропрочных сплавов значительно повысило качество шлифования, снизило время на установку и выверку деталей.

И. С. Кирич

## Групповые приспособления

на котором крепятся сменные переходники.

Подставка (фиг. 1) является универсальным узлом для различных



Фиг. 1. Групповое приспособление на горизонтально-фрезерном станке.

1—пневмоподставка; 2—собственно приспособление со сменными переходниками.

групповых приспособлений и обеспечивает пневматическое закрепление деталей.

В условиях мелко- и среднесерийного производства, когда происходит частая смена изделий, очень важное значение приобретает скоростная подготовка производства. Применение групповых приспособлений дает возможность перенести опыт массового производства в условия мелкосерийного производства.

Групповые приспособления создаются не на отдельные детали, а на группу сходных деталей, для которых можно применять одинаковые способы установки и закрепления. Они имеют сменные или регулируемые установочные элементы, что позволяет быстро переналаживать их для обработки различных деталей одной группы.

Конструкция приспособления должна обеспечивать быструю и точную установку детали данной группы, простоту в эксплуатации, необходимую жесткость и точность в работе, быструю установку приспособления на станке и съем его после работы.

ОГТ завода начал внедрение групповых приспособлений к фрезерным станкам.

Полный комплект такого приспособления (фиг. 1) состоит из пневмоподставки, устанавливаемой на столе станка, и собственно приспособления,

В полость пневмоподставки, образованную чугуном корпусом 1 и крышкой 2, вмонтированы две резиновые диафрагмы 3 и 4. Между диафрагмами находится диск 5, который резьбой  $M24 \times 3$  соединен со штоком 6. Уплотнения предотвращают утечку воздуха. Из сети воздух давлением 4—6 атм посредством рукоятки и золотника направляется в нижнюю полость, образованную крышкой 2 и диском 5; или в верхнюю полость между корпусом 1 и диском 5. При этом создается зажимающее усилие, направленное вверх или вниз. Диск 5 имеет диаметр 210 мм, и при давлении воздуха 4 атм на штоке 6 возникает усилие 1200 кг. Ход штока 6 пневмоподставки равен 10 мм.

В зависимости от направления хода штока 6 и системы рычагов обрабатываемые детали в групповом приспособлении могут зажиматься усилиями, действующими снизу вверх или сверху вниз, и создавать боковое усилие, как у тисков. Технологические возможности применения пневматической подставки очень большие.

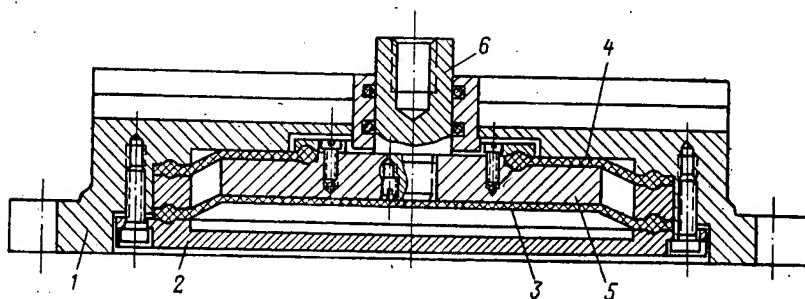
Ниже описаны приспособления трех типов с различными направлениями зажимного усилия.

На фиг. 3 показано приспособление для разрезки хомутов. Корпус 1, ва-

креплен на пневмоподставке болтами. На нем смонтированы переходники. Хомуты устанавливаются на центрирующие штыри и прижимаются планками.

резки 38 различных по размерам и конфигурации хомутов (фиг. 4).

Один из сменных переходников (фиг. 5) состоит из планок 1, центри-

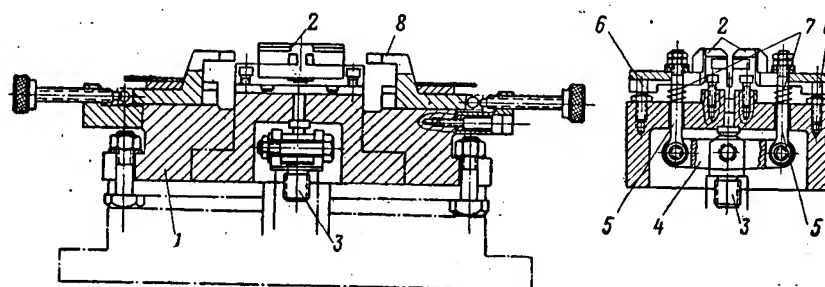


Фиг. 2. Пневматическая подставка.

1—корпус; 2—крышка; 3, 4—диафрагмы; 5—диск; 6—шток.

ми 2. Усилие зажима передается от штока пневмоподставки через вилку 3, рычаг 4 и два болта 5 на две прижимные планки 2. Один из кон-

рующего пальца 2 и штырей 3 для его установки на приспособлении. Хомуты фиксируются подвижной призмой. Подобные простейшие пере-



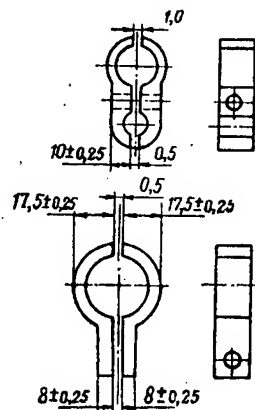
Фиг. 3. Групповое приспособление для разрезки хомутов.

1—корпус; 2—прижимные планки; 3—вилка; 4—рычаг; 5—болты; 6—регулируемые опоры; 7—пружины; 8—призмы.

цов каждой планки опирается на регулируемую опору 6. По окончании разрезки планки 2 отжимаются пружинами 7. Призмы 8 центрируют хомуты без установочных отверстий.

ходники изготавливаются для каждой обрабатываемой детали.

Другое приспособление—для фрезерования гребня в полок кронштейна.



Фиг. 4. Хомуты, разрезаемые на групповом приспособлении.

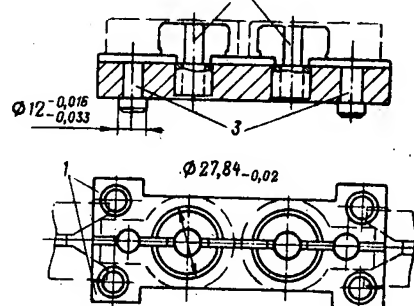
жиной 7. Призмы 8 центрируют хомуты без установочных отверстий.

Описанное приспособление благодаря применению сменных переходников можно использовать для фаз-

на (фиг. 6) конструктивно отличается от предыдущего тем, что в нем усилие штока пневмоподставки передается на прижимную планку 3 через опору 5. Головка винта 4 удерживает

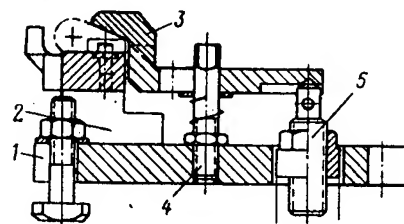
Фиг. 5. Один из переходников для закрепления хомутов.

1—прижимные планки; 2—центрирующие пальцы; 3—штыри.



живает планку 3 от движения вверх. Таким образом, шток пневмоподставки создает толкающее усилие.

На фиг. 7 показано приспособление, в котором усилие от штока пневмоподставки передается ползуну 1 че-

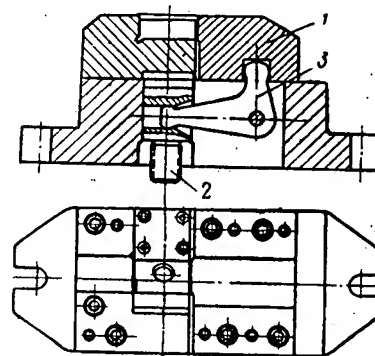


Фиг. 6. Групповое приспособление для фрезерования гребня и полок кронштейна.

1—плита; 2—стойка; 3—прижимная планка; 4—винт; 5—регулируемая опора.

рез штока 2 и рычаг 3—деталь зажимается как в тисках.

Внедрение групповых приспособлений дает возможность в мелкосерийном производстве широко применять для закрепления деталей высокопро-



Фиг. 7. Зажимное приспособление типа тисков.

1—ползун; 2—шток; 3—рычаг.

изводительные пневматические зажимные устройства, которые ранее использовались только в крупносерийном или массовом производстве.

Благодаря применению группового приспособления для разрезки хомутов получена годовая экономия 4500 руб.

П. Г. Беляев

### Применение сборно-разборных приспособлений

В 1956 г. комплексной бригадой НИАТ и заводов была закончена разработка новой системы проектирования и изготовления сборно-разборных станочных приспособлений.

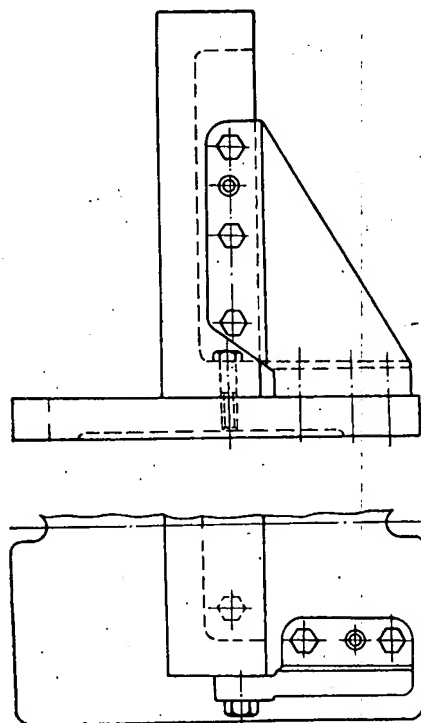
В дополнение к существующим нормам на детали станочной оснастки АН-1058 и АН-1059 была выпущена норма АН-1518 на детали корпусов и на узлы станочных приспособлений. В старых нормах для корпусов предусматривались лишь литые заготовки, и конструктор при проектировании «выкраивал» из них корпус несколько меньших размеров; затем заготовку обрабатывали до требуемых чертежом размеров. Таким образом, получали специальные корпуса с самыми различными размерами, и их повторное применение было невозможно. Норма АН-1518 предусматривает изготовление дета-

и хранения в собранном виде, а также монтаж узлов не внутри корпуса, а на его поверхности, без глубокой разделки корпусных деталей.

Опыт проектирования показал, что любое станочное приспособление для

матризованные детали и узлы были заранее изготовлены и хранились на складе.

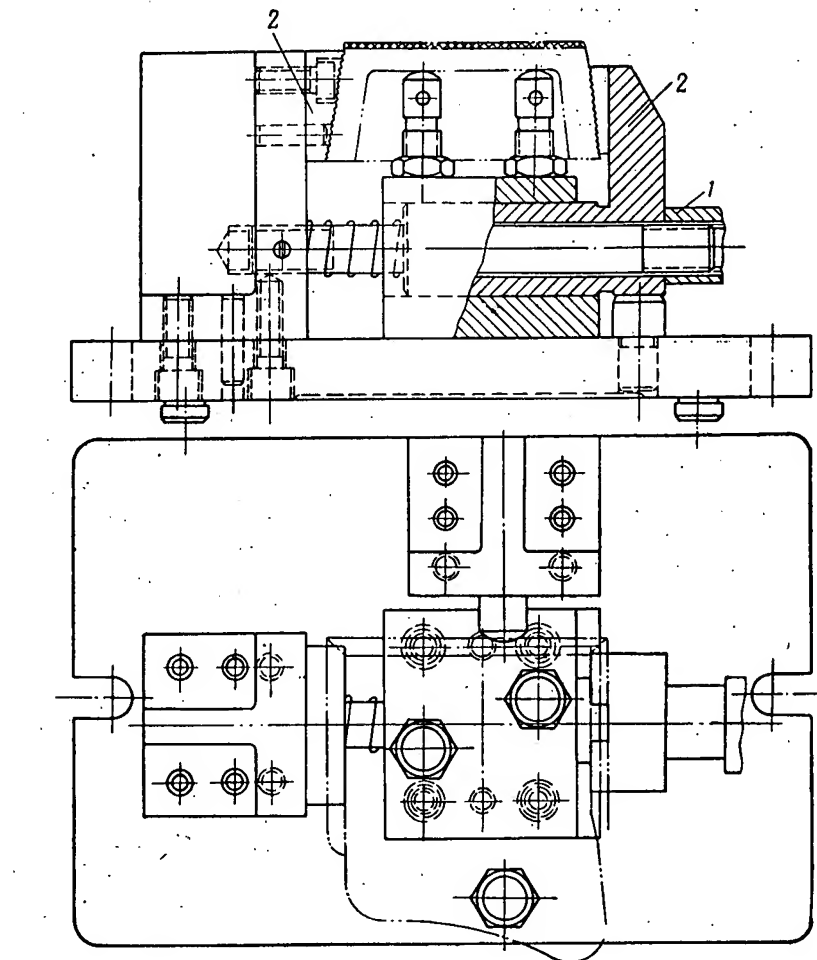
На фиг. 2 показано сборно-разборное приспособление для фрезерования подошвы кронштейна. Здесь



Фиг. 1. Корпус приспособления из нормализованных деталей.

лей корпусов разнообразных типов с окончательными, вполне определенными размерами. При изготовлении какого-нибудь приспособления в качестве корпуса используется уже готовая нормализованная деталь или же корпус собирают из нормализованных деталей (фиг. 1). При смене изделия такие корпуса разбирают и применяют в новых приспособлениях.

Особенностью конструкций узлов по нормам АН-1518 является возможность многократного их применения



Фиг. 2. Приспособление для фрезерования подошвы кронштейна.

1—гайка (или шток гидравлического цилиндра); 2—специальные детали.

деталей с габаритными размерами до 500×800 мм может на 70—90% состоять из нормализованных деталей и узлов (остальные 10—30% деталей остаются специальными). Таким образом, с внедрением нормы АН-1518 возможна замена большого количества специальных приспособлений сборно-разборными из нормализованных деталей и узлов. Следовательно, каждое новое приспособление можно не изготавливать заново, а собирать из отдельных, уже готовых, простых, взаимозаменяемых нормализованных деталей и узлов, выполненных с обычной степенью точности и чистоты поверхности. Для этого только требуется, чтобы все необходимые нор-

только две детали специальные, и их нужно изготавливать, а 90% деталей — нормализованные, и их можно взять со склада.

Элементы приспособлений соединяются между собой болтами и винтами. НИАТ проводит большую работу по замене таких соединений клеевыми, что намного удешевит и упростит эти конструкции.

Нормализованные детали могут применяться для различных приспособлений, с зажимами любой конструкции. Например, на фиг. 2 показано приспособление, у которого деталь 1 может быть гайка (зажим вручную) или шток гидравлического цилиндра.

В настоящее время конструкторы НИАТ и завода спроектировали более 20 пробных приспособлений с корпусами сборно-разборной конструкции. Часть из них уже используется в производстве. Изготавливается на склад первый комплект корпусов и узлов для сборно-разборных приспособлений.

Для широкого применения на заводе сборно-разборных приспособлений требуются хорошая организация складского хозяйства и работы по разборке старой оснастки, систематический строгий учет наличия нормализованных деталей в производстве и на складе. Все это значительно сокращает трудоемкость и металлоемкость станочной оснастки, резко снижает сроки и затраты на оснащение при запуске новых изделий и при серийном производстве.

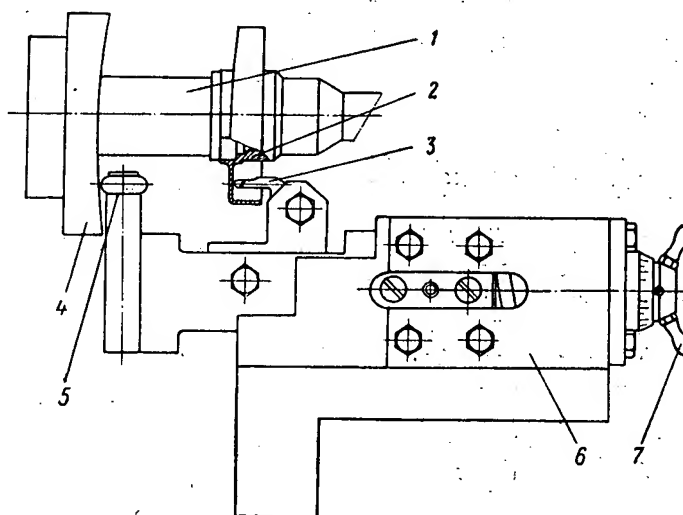
К. П. Самусенко

### Копировальное приспособление

На изготавливаемом заводом изделии применяется много тонкостенных деталей, у которых торцовая поверх-

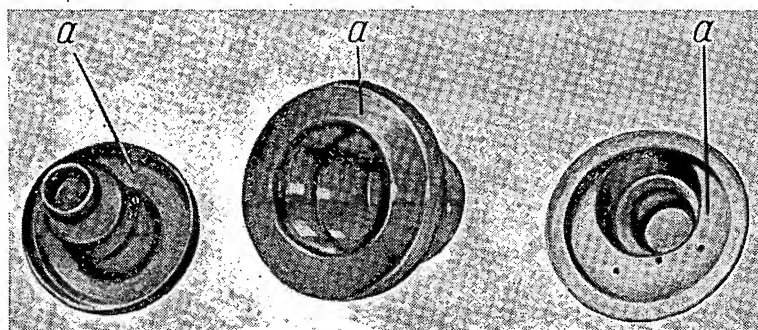
Деталь 2 насаживают центровым отверстием на базовую оправку 1, вставленную в шпиндель токарного

станка. Копирный диск 4 крепят винтами к планшайбе. В резцедержателе параллельно оси шпинделя



Фиг. 3. Схема наладки станка для обработки торцов деталей по криволинейному контуру.

1 — оправка; 2 — обрабатываемая деталь; 3 — резец; 4 — копирный диск; 5 — копирный ролик; 6 — корпус приспособления; 7 — рукоятка регулировочного винта.

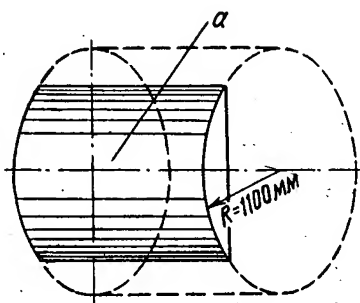


Фиг. 1. Типовые детали.

a — торцовые поверхности, образованные по радиусу 1100 мм.

ность a (фиг. 1) представляет собой часть цилиндра, расположенного под прямым углом к оси детали (фиг. 2).

Вначале деталь обрабатывалась на токарном станке обычным способом, с припуском по торцу для последующей слесарной приточки по шаблону специального профиля. Такой метод обработки не обеспечивал высокой производительности, качество деталей было низким. Затем на заводе была применена схема наладки токарного станка 1Д62, которая дает возможность выполнять механическую обработку криволинейных поверхностей по предварительно изготовленному копиру необходимого профиля (фиг. 3).



Фиг. 2. Схема образования торцовой поверхности деталей, показанных на фиг. 1.

a — поверхность, эквидистантная торцовой поверхности деталей.

закрепляют приспособление (сконструировано А. И. Кучиным) с резцом 3 и копирным роликом 5.

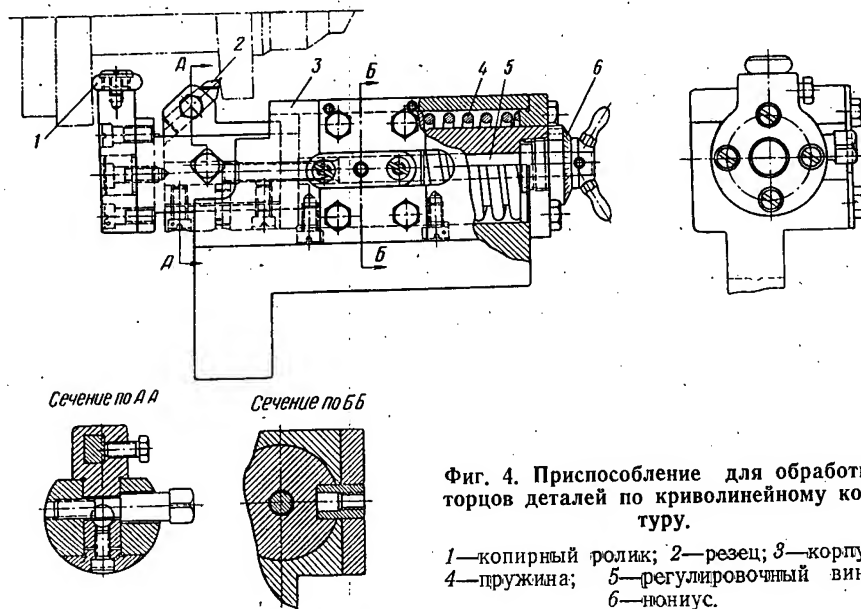
При помощи рукоятки 7 регулировочного винта, связанного с пружиной, обеспечивается контакт следащего ролика с копиром и резца с обрабатываемой поверхностью. Таким образом, фасонная торцовая поверхность детали обрабатывается при поперечном перемещении суппорта и дополнительном продольном перемещении приспособления от копира. Копировальное устройство работает по принципу однокоординатного копирования. Профиль необходимой формы на обрабатываемой детали образуется в результате перемещений резца, связанного с копиром.

При указанной схеме копиры из-за значительных усилий, возникающих на обводном ролике, должны иметь повышенную жесткость. Обычно их изготавливают из цементируемых сталей. Для облегчения доводки профиля копира предусматривается пробная обработка детали до его заковки.

Приспособление (фиг. 4 и 5) состоит из неподвижного корпуса, регулировочного винта, связанного с подвижной частью приспособления, кронштейна, на котором монтируется копировальный ролик, и пружины, компенсирующей продольное перемещение резца.

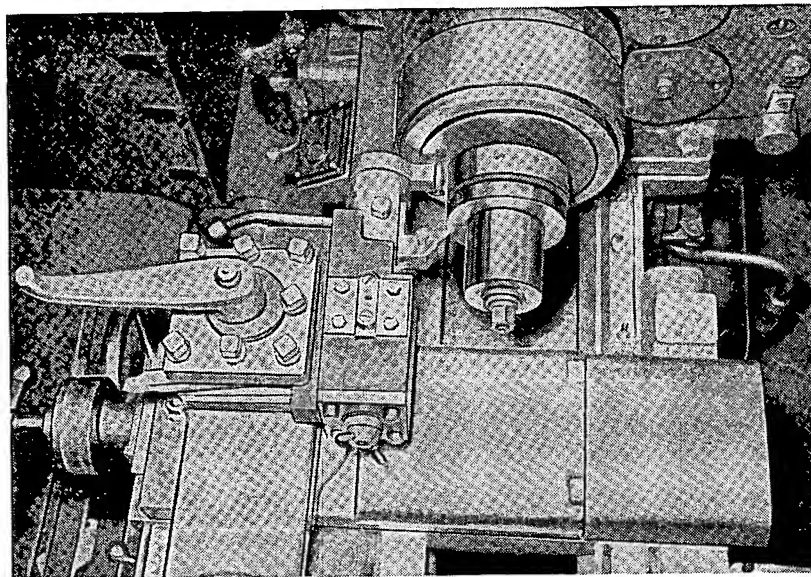
Во избежание искажения профиля резец устанавливают строго по центру; его вершина должна совпадать с осью, на которой находится контактная точка ролика. Приспособление





Фиг. 4. Приспособление для обработки торцов деталей по криволинейному контуру.

1—копирный ролик; 2—резец; 3—корпус;  
4—пружина; 5—регулирующий винт;  
6—нониус.



Фиг. 5. Обработка детали с помощью приспособления.

можно применять для обточки как вогнутых, так и выпуклых криволинейных поверхностей.

Оно отличается простотой конструкции и не сложно в изготовлении. Внедрение его дало возможность

увеличить производительность труда в три-четыре раза, значительно повысить качество и полностью ликвидировать трудоемкую слесарную операцию.

Ю. М. Иванов

### Пневмозажим для автоматической подачи прутка

На заводе револьверные станки мод. 1336 были оборудованы пневматическими цанговыми зажимами. Это позволило уменьшить вспомогательное время и дало возможность автоматически подавать материал на

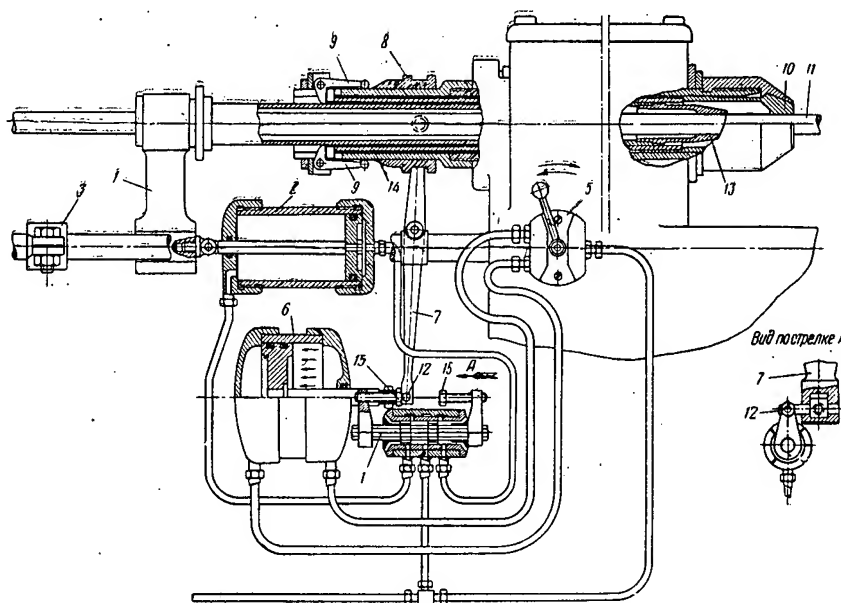
ходу станка в момент, когда ручка крана, управляющего пневмощажимом, переведена в положение «Отжим». На направляющих стержнях станка, предназначенных для перемещения вручную кронштей-

на 1 (см. фигуру), устанавливается с помощью хомута силовой пневмоцилиндр 2, развивающий усилие на штоке 200 кг. Максимальная длина рабочего хода определяется по наибольшей длине обрабатываемой детали; рабочий ход поршня регулируется упором 3, установленным на нужный размер на направляющих, по которым движется кронштейн 1.

Сжатый воздух давлением 4—5 ати подводится к цилиндру 2 или отводится от него через распределитель 4 золотниковой типа, при перемещении которого воздух поступает соответственно в правую или в левую полость цилиндра. Одновременно воздух подводится и к трехходовому крану 5, управляющему пневмозажимом.

При отклонении ручки влево воздух поступает в правую полость рабочего цилиндра 6, перемещающая поршень, шток которого связан с вилкой 7. Муфта 8, соединенная с вилкой бронзовыми сухарями, передвигается вправо, давая возможность кулачкам 9 повернуться и разжать цангу 10, которая освобождает прутки 11. Только после того, как кулачки 9 выходят из соприкосновения с муфтой 8, что соответствует полному освобождению прутка, нижний конец вилки 7 штырем 12 перемещает золотник влево, соединяя левую полость цилиндра 2 с магистралью давления, а правую полость — с атмосферой. Поршень цилиндра перемещается, передвигая кронштейн 1 и вместе с ним трубу с подающей цангой 13. Подача материала происходит до тех пор, пока поршень цилиндра 2 не упрется в крышку. После этого поворотом рукоятки крана 5 вправо зажимается материал. Поршень рабочего цилиндра 6 передвигается вправо и вилкой 7 перемещает муфту 8 так, что кулачки 9 набегает на коническую поверхность и поворачиваются, толкая трубу 14 и цангу 10, которая закрепляет прутки. Зажим происходит тогда, когда штырь 12 на нижнем конце вилки движется между болтами золотника. Дальнейшее перемещение поршня цилиндра вызывает передвижение и золотника 4; происходит перераспределение воздуха, и кронштейн 1 перемещается влево, поскольку усилие зажатия прутка цангой 10 примерно в 30—35 раз больше усилия, с которым подающая цанга 13 держит прутки. Цанга проскальзывает по прутку, двигаясь влево до тех пор, пока кронштейн 1 не дойдет до упора 3. При этом установка готова к очередной подаче прутка. Благодаря тому, что подающая труба имеет возможность вращаться вместе со шпинделем, так как она крепится в кронштейне 1 на шарикоподшипниках, материал подается при вращающемся шпинделе. Весь процесс подачи и закрепления прутка длится 1,5—2 сек.

В случае необходимости использования станка на других операциях, когда не требуется автоматической



1—кронштейн; 2—пневмоцилиндр; 3—упор; 4—золотниковый распределитель; 5—трехходовой кран; 6—рабочий цилиндр; 7—вилка; 8—муфта; 9—кулачки; 10—зажимная цапга; 11—пруток; 12—штырь; 13—подающая цапга; 14—труба; 15—регулирующие болты.

подачи прутка, пневмоцилиндровый зажим легко отключается; для этого винчивают болты 15 золотника.

Установка позволяет работать и с шестигранным прутком; для этого

следует лишь поставить зажимную 10 и подающую 13 цапги с соответствующим шестигранным отверстием.

Р. А. Гречищев

### Опыт применения кругов с графитовым наполнителем

На машиностроительных предприятиях в последнее время начал применяться новый вид абразивного инструмента — шлифовальные круги с графитовым наполнителем, обеспечивающие высокую чистоту поверхностей деталей и увеличение производительности труда в несколько раз.

Эти круги изготавливаются на бакелитовой связке из белого электрокорунда № 320 зернистостью М28 с добавлением графита. В зависимости от зернистости шлифующего материала, содержания графита и продолжительности операции доводки получают чистоту поверхности до 13-го класса (см. таблицу).

ботка этими кругами дает возможность устранить трудоемкие процессы суперфиниша и ручной доводки притиром с одновременным улучшением качества обрабатываемых поверхностей. На указанных предприятиях круги с графитовым наполнителем применяются для шлифования наружных поверхностей. Работники инструментального отдела нашего завода предложили использовать эти круги для внутреннего шлифования некоторых деталей. Так, хонингование глухого отверстия у одной из деталей (фиг. 1) было затруднено; трудоемкость составляла 1 час. 30 мин.

Влияние содержания графита в кругах из электрокорунда № 320 зернистостью М28 на чистоту поверхности

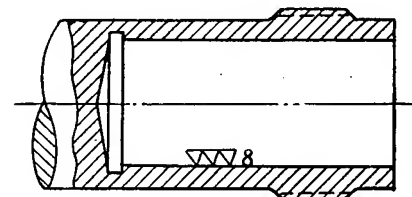
Содержание графита в весовых частях на 100 частей зерна	0	20	30	80
Класс чистоты поверхности после обработки	10	11б—11в	11в—12а	12б—12в

Опыт новаторов производства заводов «Красный тигель», «Русский дизель» и других показал, что обра-

ботка кругами ГЕМ28Б с графитовым наполнителем проводилась на следующих режимах: скорость

круга 43 м/сек; скорость вращения детали 31 м/мин; продольная подача 1 м/мин; припуск на обработку 0,015 мм.

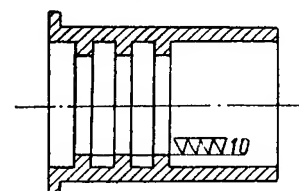
Предварительное шлифование детали до 8-го класса чистоты поверхности выполнялось кругами ЭБ60Х40 (зерно 60, СМ1) на станке «Хильд». Охлаждающая жидкость — раствор хромпика. Длительность чистового шлифования 28 мин, т. е. трудоемкость сократилась в 3,2 раза. При этом достигнут 2-й класс точности.



Фиг. 1. Деталь с глухим отверстием.

Работы, проведенные т. Владыкиным, показали возможность более широкого использования графитовых кругов со значительным сокращением трудоемкости. Их можно применять при обработке деталей 15 наименований. Трудоемкость доводочных работ на всех этих деталях составляет 27 час. 23 мин. С внедрением кругов с графитовым наполнителем время обработки резко снизится и составит 8 час. 40 мин., т. е. экономия времени на обработке упомянутых выше деталей для одного изделия достигнет 18 час. 43 мин.

Дальнейшее улучшение технологического процесса — подбор наиболее выгодных режимов шлифования и состава охлаждающей жидкости —



Фиг. 2. Деталь с отверстием, имеющим прерывистую обрабатываемую поверхность.

даст возможность еще больше сократить время обработки и улучшить качество поверхности деталей.

Преимуществом указанного процесса шлифования по сравнению с хонингованием является и то, что его можно применять на таких деталях, где хонингование значительно затруднено или вообще невозможно ввиду прерывистости обрабатываемой поверхности (фиг. 2).

Используемый в настоящее время в качестве охлаждающей жидкости раствор хромпика быстро засоряется частицами снятого металла и зернами электрокорунда, которые, попадая между шлифовальным кругом и де-

талию, оставляют короткие глубокие риски на поверхности. Для улучшения обрабатываемой поверхности целесообразно применять воду, подведенную непосредственно к станку из водопровода.

Опыт работы показал, что при правильном ведении шлифования крутами с графитовым наполнителем трудоемкость может быть снижена в шесть-восемь раз.

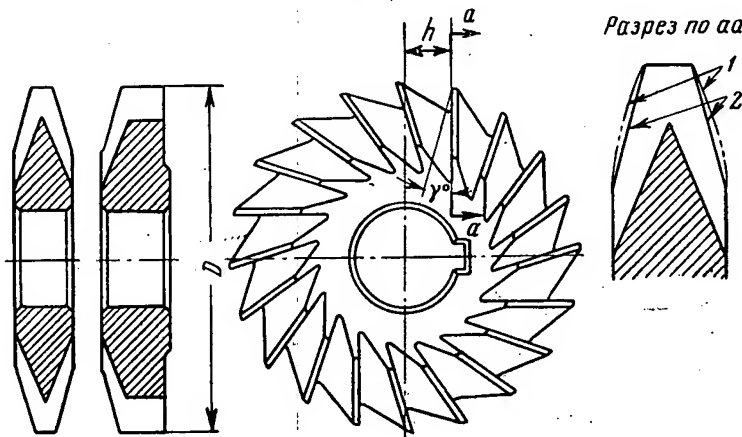
Н. В. Полеценко

### Метод определения искажений профиля паза при обработке дисковыми фрезами

Для обработки пазов клиновидной (трапецевидной) формы применяются дисковые фрезы, показанные на фиг. 1.

Для получения переднего угла  $\gamma$  плоскость передней поверхности зуба у фрез данного типа смещена относительно оси фрезы на величину  $h = R_{\text{фр}} \sin \gamma$ .

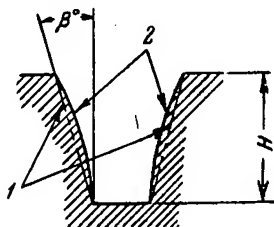
нее искажение. С другой стороны, для обеспечения благоприятных условий обработки некоторых металлов (например, легких сплавов) требуются увеличенные до 20–25° передние углы. Обычно при конструировании фрез подобного типа, особенно для обработки глубоких пазов (например, проушин головок стрин-



Фиг. 1. Дисковая фреза для нарезания клиновидных пазов.

1—профиль зуба, необходимый для получения паза без искажений;  
2—профиль зуба, получаемый в результате заточки.

Режущие кромки, лежащие в плоскости передней поверхности зуба, для образования правильной формы паза должны иметь криволинейную форму. На обычных заточных станках режущие кромки по заднему углу нельзя заточить по кривой линии.



Фиг. 2. Профиль паза.

1—исходный; 2—искаженный.

Кромки делают прямыми, и в результате профиль паза принимает неправильную форму (фиг. 2). Чем больше передний угол, тем силь-

нее искажение. В статье описан метод определения возможных искажений. Как видно из фиг. 3, для определения искажения требуется знать наибольшую величину прогиба кривой на участке АВ (наибольшее расстояние точки С от секущей линии АВ).

Участок АВ—это участок режущей кромки зуба фрезы, непосредственно выполняющий резание.

Как видно из фиг. 1 и 3, плоскость передней поверхности зуба проходит параллельно оси фрезы со смещением  $h$ . Следовательно, кривая на

участке АВ является гиперболой, и ее уравнение имеет вид

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1, \quad (1)$$

где  $a$ —расстояние от вершины гиперболы до начала координат; в данном случае  $a = h \operatorname{tg} \beta$ ; (2)

$b$ —расстояние от оси фрезы до плоскости передней грани;  $b = h$ ;

$x, y$ —текущие координаты.

Сначала определяют координаты точек А и В (см. фиг. 3):

$$x_B = R_{\text{фр}} \operatorname{tg} \beta; \quad (3)$$

$$x_A = x_B - H \operatorname{tg} \beta = (R_{\text{фр}} - H) \operatorname{tg} \beta. \quad (4)$$

Из уравнения (1) находим

$$y = \pm \frac{b}{a} \sqrt{x^2 - a^2}. \quad (5)$$

Следовательно,

$$y_A = \frac{b}{a} \sqrt{x_A^2 - a^2}; \quad (6)$$

$$y_B = \frac{b}{a} \sqrt{x_B^2 - a^2}. \quad (7)$$

Примечание. Рассматриваемый чертеж расположен в первой четверти координат, следовательно, отрицательные значения  $y$  отбрасываются.

Определим угол наклона секущей линии АВ к оси  $X$ :

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}. \quad (8)$$

Угол  $\varphi$  является углом установки фрезы при заточке заднего угла зуба фрезы.

Для практического подсчета угла  $\varphi$  следует пользоваться приведенной формулой. В формулы (6) и (7) подставим значения  $a, b, x_B, x_A$  и получим:

$$y_A = \frac{h}{h \operatorname{tg} \beta} \times$$

$$\times \sqrt{(R_{\text{фр}} - H)^2 \operatorname{tg}^2 \beta - h^2 \operatorname{tg}^2 \beta} =$$

$$= \sqrt{(R_{\text{фр}} - H)^2 - h^2};$$

$$y_B = \frac{h}{h \operatorname{tg} \beta} \sqrt{R_{\text{фр}}^2 \operatorname{tg}^2 \beta - h^2 \operatorname{tg}^2 \beta} =$$

$$= \sqrt{R_{\text{фр}}^2 - h^2}.$$

Но так как  $h = R_{\text{фр}} \sin \gamma$ , то

$$y_B = \sqrt{R_{\text{фр}}^2 - R_{\text{фр}}^2 \sin^2 \gamma} =$$

$$= \sqrt{R_{\text{фр}}^2 (1 - \sin^2 \gamma)} = R_{\text{фр}} \cos \gamma.$$

В формулу (8) подставим значения  $x_B$ ,  $x_A$  и новые выражения  $y_A$  и  $y_B$

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \varphi &= \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \\ &= \frac{R_{\text{фр}} \cos \gamma - \sqrt{(R_{\text{фр}} - H)^2 - h^2}}{R_{\text{фр}} \operatorname{tg} \beta - (R_{\text{фр}} - H) \operatorname{tg} \beta}; \\ \operatorname{tg} \varphi &= \\ &= \frac{R_{\text{фр}} \cos \gamma - \sqrt{(R_{\text{фр}} - H)^2 - h^2}}{H \operatorname{tg} \beta} \end{aligned} \quad (8, a)$$

Согласно теореме Лагранжа, для непрерывной дифференцируемой функции (к какому принадлежит и гиперболы) на некотором отрезке имеет точка, в которой скорость изменения функции равна средней скорости ее изменения на отрезке, т. е. на графике функции существует по крайней мере одна касательная, которая па-

раллельна секущей, проходящей через крайние точки рассматриваемого участка кривой.

В данном случае очевидно, что касательная, параллельная секущей  $AB$ , будет проходить через наиболее удаленную от секущей  $AB$  точку  $C$ . Найдем координаты точки  $C$ .

Из условия параллельности касательной, проходящей через точку  $C$ , и прямой  $AB$  следует, что их угловые коэффициенты должны быть равны.

Найдем производную выражения (6):

$$\begin{aligned} y' &= \left( \frac{b}{a} \sqrt{x^2 - a^2} \right)' = \\ &= \frac{b2x}{a^2 \sqrt{x^2 - a^2}} = \frac{bx}{a \sqrt{x^2 - a^2}} \end{aligned}$$

Производная в точке  $C$  будет являться угловым коэффициентом касательной, проходящей через точку  $C$ , а так как из выражения (8) нам

известен угол наклона прямой  $AB$  к оси  $X$ , то

$$y'_C = \operatorname{tg} \varphi = \frac{bx_C}{a \sqrt{x_C^2 - a^2}} \quad (9)$$

Отсюда вычислим  $x_C$ :

$$\begin{aligned} bx_C &= a \operatorname{tg} \varphi \sqrt{x_C^2 - a^2}; \\ b^2 x_C^2 &= a^2 \operatorname{tg}^2 \varphi (x_C^2 - a^2) \text{ и т. д.} \\ x_C &= \frac{a^2 \operatorname{tg} \varphi}{\sqrt{a^2 \operatorname{tg}^2 \varphi - b^2}} \end{aligned} \quad (10)$$

Применив уравнение (5), вычислим  $y_C$

$$y_C = \frac{b}{a} \sqrt{x_C^2 - a^2} \quad (11)$$

Используя известное из аналитической геометрии уравнение прямой в нормальном виде, определим расстояния от прямой  $AB$  и касательной к кривой в точке  $C$  до начала координат.

Расстояние от прямой  $AB$  до начала координат будет равно:

$$P_{AB} = x_B \sin \varphi - y_B \cos \varphi \quad (12)$$

Расстояние между касательной к кривой в точке  $C$  и началом координат:

$$P_C = x_C \sin \varphi + y_C \cos \varphi \quad (13)$$

Искомая нами величина наибольшего прогиба кривой на участке  $AB$  будет составлять разность между уравнениями (12) и (13)

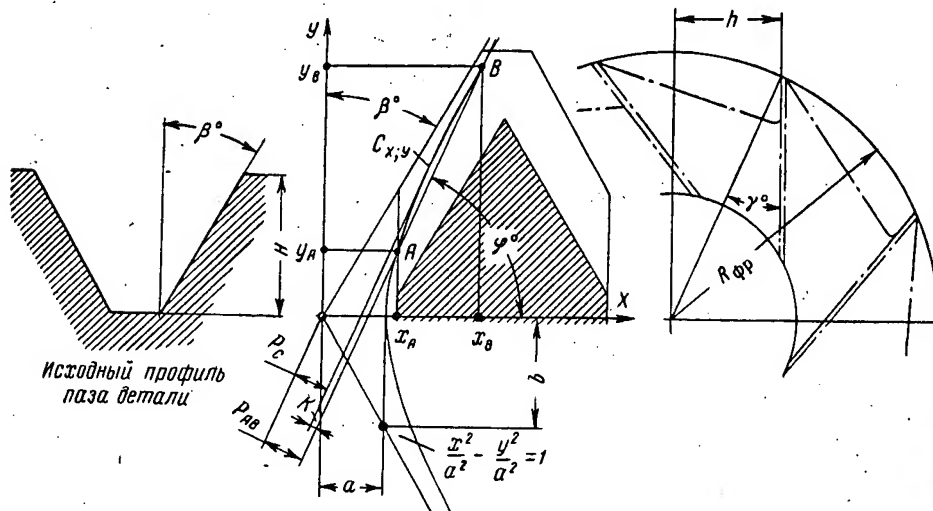
$$\begin{aligned} K &= P_{AB} - P_C = x_B \sin \varphi - \\ &- y_B \cos \varphi - x_C \sin \varphi - y_C \cos \varphi, \end{aligned}$$

или окончательно

$$K = (x_B - x_C) \sin \varphi - (y_B + y_C) \cos \varphi \quad (14)$$

Предлагаемый метод расчета принципиально может быть применен при подсчете искажения формы изделий при обработке их дисковыми фрезами.

Н. М. Струнин



Фиг. 3. Построение для определения возможных искажений профиля паза.

### Универсальные тиски

Конструктор А. К. Белобородцев спроектировал универсальные тиски (фиг. 1), работающие от пневмопривода с диафрагмой. В этих тисках при незначительной их переналадке можно обрабатывать разнообразные детали. Переналадку можно выполнять, не снимая тиски со станка. Она сводится к замене губок 1 и 2 и подкладок 3. Неподвижную губку 1 устанавливают так, чтобы она упиралась в выступ корпуса, и закрепляют четырьмя винтами, ввинчиваемыми в различные отверстия, в зависимости от габаритных размеров губки.

Подвижную губку 2 центрируют на

ползуне 4 по двум штырям и закрепляют четырьмя винтами. Подкладку 3 неподвижно зажимают четырьмя винтами с использованием различных резьбовых отверстий. Применяя ступенчатые винты и подкладку с требнем, вставляем в паз 7, подкладку можно перемещать вдоль приспособления, что необходимо в тех случаях, когда зажимаемая деталь должна одновременно центрироваться.

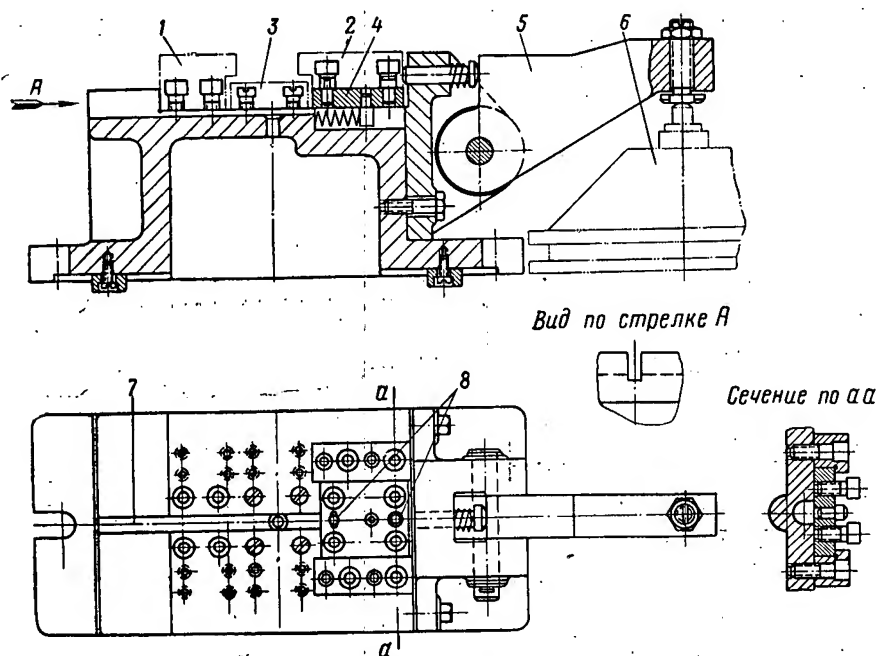
На фиг. 2 показаны некоторые случаи использования универсальных тисков.

Фиг. 2а соответствует случаю фрезерования плоскости детали, кото-

рая должна центрироваться по отверстию А и закрепляться по поверхности Б. Сменная подкладка выполнена здесь подвижной и снабжена базировочным выступом К.

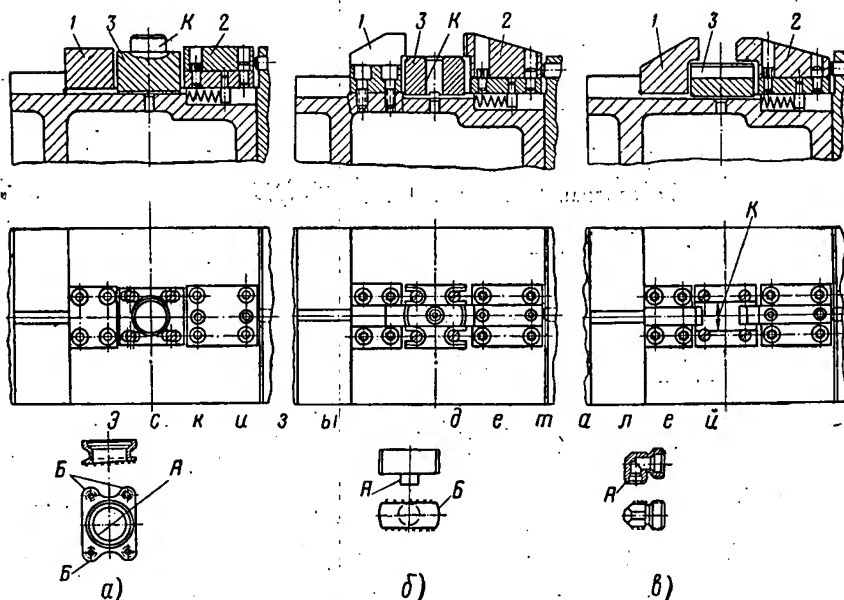
На фиг. 2б показан случай обработки двух плоскостей детали, центрируемой по выступу А и закрепляемой по цилиндрической поверхности Б. Подкладка также выполнена подвижной и имеет центрирующее отверстие К. В губках сделаны цилиндрические расточки, соответствующие размеру поверхности Б.

Фиг. 2в представляет случай обработки двух плоскостей угольника,



Фиг. 1. Универсальные тиски.

1—неподвижная губка; 2—подвижная губка; 3—подкладка; 4—ползун; 5—рычаг; 6—пневмоцилиндр; 7—паз; 8—штыри.



Фиг. 2. Примеры переналадки универсальных тисков.

1—неподвижная губка; 2—подвижная губка; 3—подкладка.

центрируемого по цилиндрической проточке А. Для этой цели применены плоские губки, а подкладка снабжена центрирующим пазом К и жестко закреплена на корпусе.

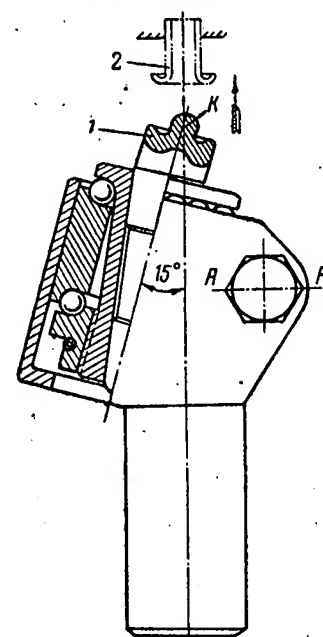
Использование универсальных тисков позволяет снизить трудоемкость проектирования приблизительно на 12 час. и расход металла на 10 кг на каждую вновь оснащаемую деталь.

Г. Б. Каплунов

### Оправка для изготовления трубчатых заклепок на токарном автомате

Работники экспериментально-технологической лаборатории А. А. Музалевский, Н. И. Вильдяев при участии М. А. Рохленко разработали и внедрили оправку с вращающейся развальцовкой для изготовления трубчатых заклепок на токарном автомате с охлаждением машинным маслом или сульфорефрезолом (фиг. 1 и 2).

Круглая развальцовка, которой придана форма головки трубчатой заклепки, устанавливается на шариках в корпус оправки под углом  $15^\circ$  в горизонтальной плоскости с тем, что-



Фиг. 1. Оправка.

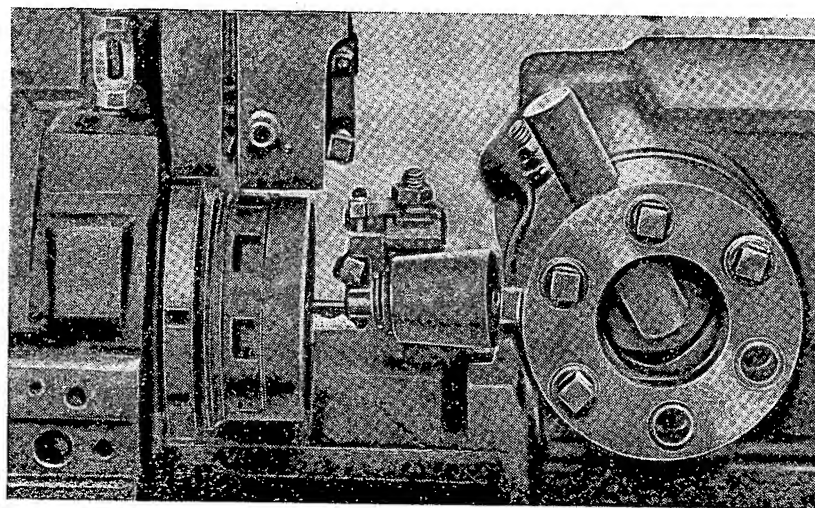
1—сменная развальцовка; 2—трубчатая заклепка.

бы при вращении она касалась торца трубки в одной точке. Вертикальная ось оправки и ось развальцовки должны пересекаться в горизонтальной плоскости точно в центре шарика развальцовки (в точке К). Отклонения от соосности не должны превышать 0,02 мм.

При продольном перемещении барабана, в котором закреплена оправка, развальцовка касается торца вращающейся трубки, сама начинает вращаться и развальцовывать головку заклепки.

При использовании нового приспособления значительно повысилось качество заклепок, почти полностью устранен брак. Производительность выросла в восемь-десять раз по сравнению с изготовлением заклепок на револьверном станке и достигает 4000—4500 шт. в смену. При этом отпала необходимость в таких подготовительных операциях, как разрезка труб на заготовки определенной длины, отжиг, снятие заусенцев.





Фиг. 2. Оправка, установленная на станке.

Развальцовка является сменной деталью в оправке, в зависимости от диаметра трубчатой заклепки. Она изготавливается из сталей У8А, У10А или 12А и закаливается до твердости

$R_c = 60 \pm 62$ ; ее рабочая поверхность обрабатывается по 10-му классу чистоты. Одной развальцовкой можно изготовить 50—60 тыс. заклепок.

Б. Л. Смоленский

### Прибор для измерения переднего угла и шага перьев метчиков

Для определения переднего угла и шага перьев метчиков диаметром 3 мм и более инструментальный цех изготовил прибор (фиг. 1),

который обеспечивает при измерении точность  $\pm 15'$  для переднего угла и  $\pm 0,03$  мм — для шага перьев.

Метчик устанавливают в центры, расположенные на основании 6. Каретку 5 по направляющим доводят до упора 7. Метчик поворачивают в центрах до соприкосновения режущей кромки с плоскостью А каретки. Рычаг 4 под действием усилия ножки индикатора 1 контактом К (фиг. 2) прижимается к передней грани метчика. По отклонению стрелки индикатора можно судить о величине переднего угла, которую подсчитывают по уравнению

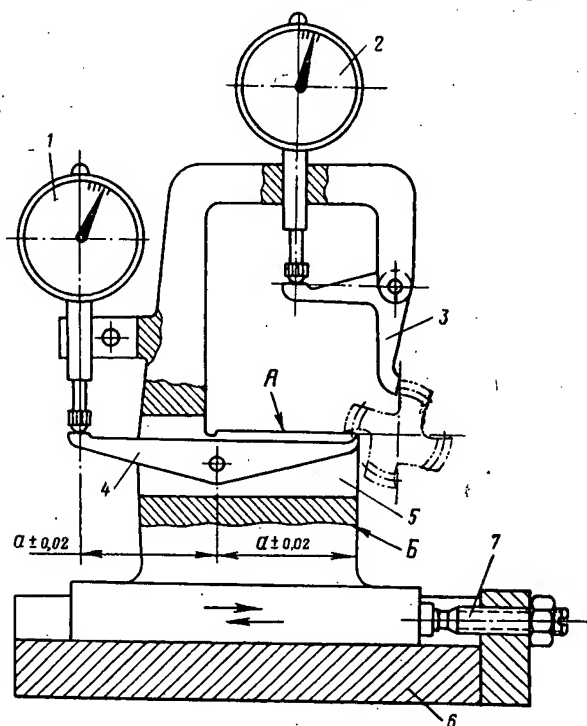
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{m}{n},$$

где  $m$  — разность показаний индикатора при настройке и за мере;

$n$  — высота профиля резьбы метчика;

$\alpha$  — передний угол.

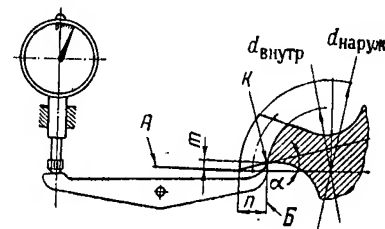
Шаг перьев проверяют при помощи индикатора 2 и рычага 3 (см. фиг. 1).



Фиг. 1. Схема прибора.

1, 2—индикаторы; 3, 4—рычаги; 5—каретка; 6—основание; 7—регулируемый упор.

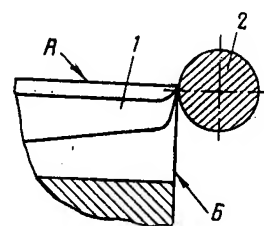
Прибор настраивают следующим образом: в центрах устанавливают контрольный валик, диаметр которого равен внутреннему диаметру ре-



Фиг. 2. Схема измерения переднего угла метчика.

бы метчика. Каретку 5 доводят плоскостью Б до упора в контрольный валик (фиг. 3) и в этом положении фиксируют упором.

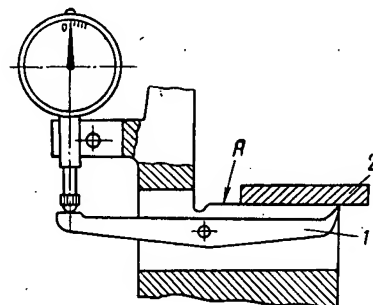
Индикатор 1 (см. фиг. 1) устанавливается на 0 посредством плитки,



Фиг. 3. Схема настройки прибора для измерения шага перьев метчика.

1—рычаг; 2—контрольный валик.

которую помещают на плоскость А каретки; при этом рычаг 1 своим контактом К прижимается к плитке (фиг. 4).



Фиг. 4. Схема установки индикатора на 0.

1—рычаг; 2—плитка.

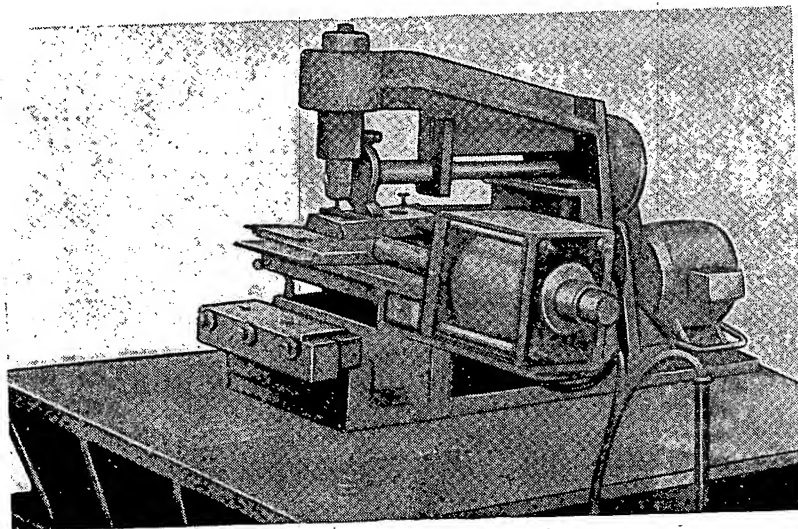
Внедрение прибора позволило значительно улучшить качество выпускаемых метчиков.

А. М. Кузнецов

### Полуавтомат для клеймения резцов

При изготовлении инструмента большими партиями много времени затрачивается на клеймение вручную. Маркировка получается низкого ка-

чества, до 12 знаков в ряду. Расстояние между рядами 3 мм, между знаками 1 мм. Каждый резец в среднем маркируется 16 знаками; производи-



Фиг. 1. Полуавтомат для клеймения резцов.

чества, расходуется большое количество слесарных клеев.

На заводе сконструирован и изготовлен полуавтомат (фиг. 1) для непрерывного клеймения резцов прямоугольного сечения размером от 10×10

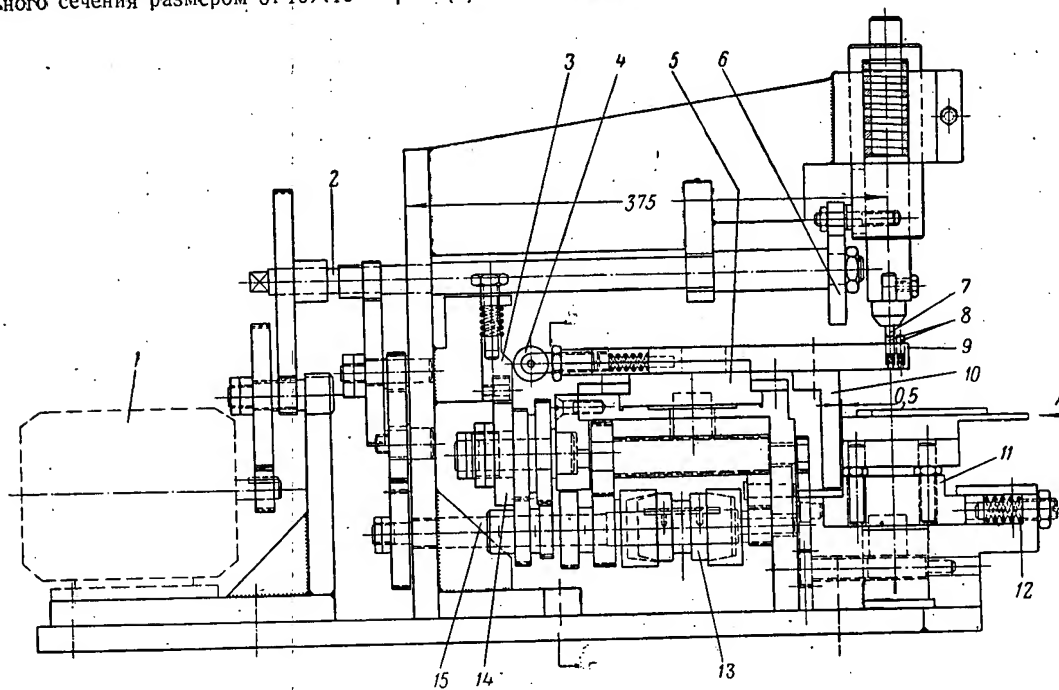
тельность полуавтомата 16 знаков за 10 сек.

Полуавтомат (фиг. 2) состоит из основания, на котором крепятся сварной корпус и электродвигатель 1 (0,25 квт, 1400 об/мин). От электро-

Одновременно с вала 2 зубчатые колеса передают вращение распределительному валу 15. Через цилиндрические колеса вращение передается дисковому кулачку 14 и фрикциону 13, передвигающему суппорты 5 и 11. Верхняя ползушка 9 суппорта 5 перемещается от плоского кулачка 3, связанного с кулачком 14.

На ползушке 9 закрепляются клейма 8. На суппорте 11 размещены автоматический сбрасыватель и подушка, которая регулируется по высоте винтами. Суппорт 11 может передвигаться не только в продольном, но и в поперечном направлении под действием угольника 10 и пружин 12.

После одного оборота дискового кулачка 6 в перемещении суппортов на заданный шаг боек резко ударяет по тыльной стороне клейма, которое наносит отпечаток на заготовку резца. Затем суппорты снова передвигаются на заданный шаг, одновременно заводится пружина бойка 7, и выбивается следующий знак. После нанесения нужного количества знаков заготовка автоматически сбрасывается и за время, пока заводится ударная пружина, подставляется следующая. Автоматический сбрасыватель (фиг. 3) имеет соленоидную катушку 3 с сердечником 4, толкатель 1 и возвратную пружину 2. В момент, когда необходимо сбросить заготовку, катушка включается при помощи концевого выключателя и муфты, установленной



Фиг. 2. Схема полуавтомата.

1 — электродвигатель; 2 — верхний вал; 3 — плоский кулачок; 4 — ролик; 5, 11 — суппорты; 6, 14 — дисковые кулачки; 7 — боек; 8 — клейма; 9 — верхняя ползушка суппорта; 10 — угольник; 12 — пружины; 13 — фрикцион; 15 — распределительный вал.

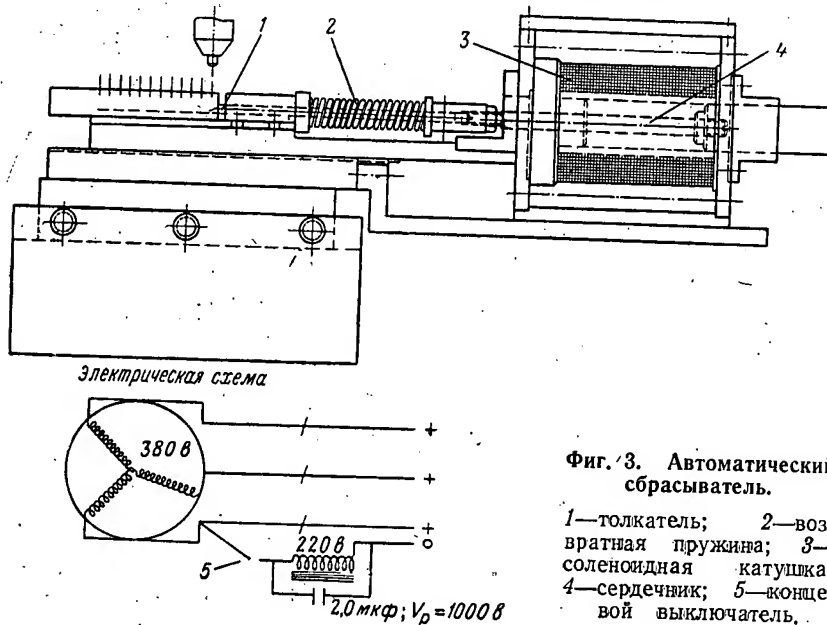
до 40×40 мм независимо от длины. Заготовки можно клеймить после свободнойковки с допуском для данной партии ±2 мм. Размеры шифра: высота 4 мм, ширина 1,5—2 мм. Полуавтомат наносит знаки в один и два

двигателя при помощи цилиндрических зубчатых колес вращение передается верхнему валу 2 (100 об/мин). На валу закреплен дисковый кулачок 6, который за один оборот заводит ударную пружину с бойком 7.

на отдельном валу, который связан с распределительным валом 15 (см. фиг. 2; концевой выключатель и вал с муфтой не показаны). Сердечник 4 (см. фиг. 3) соединен с толкателем 1, который и сбрасывает заготовку.

После разрыва электроцепи сердечник под действием пружины 2, возвращается в исходное положение.

В результате высвобождено много слесарей. Кроме того, сократился расход дорогостоящих клеев. Если



Фиг. 3. Автоматический сбрасыватель.

1—толкатель; 2—возвратная пружина; 3—соленоидная катушка; 4—сердечник; 5—концевой выключатель.

При клеймении в один ряд ролик 4 (см. фиг. 2) ставят в горизонтальное положение, и ползушку 9 стопорят винтом.

Полуавтомат позволил поднять производительность труда в пять раз.

одним комплектом клеев вручную можно проклеить 2500—3000 резцов, то на полуавтомате—20—25 тыс.

Д. Д. Середин

### Реконструкция шабота ковочного молота

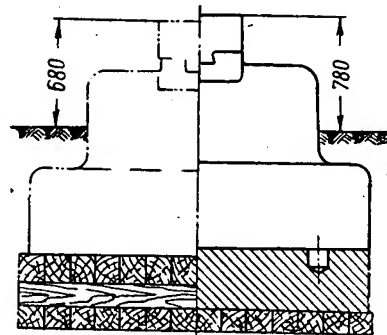
Обычно при ковке жаропрочных сплавов из-за высокой сопротивляемости материала деформации и связанной с этим большой жесткости удара быстро расстраиваются ковочные молоты. При сильных сотрясениях шабота окалина западает под него, вследствие чего быстро изнашивается подушка и искажается положение шабота. Одновременно ухудшаются условия работы рамки молота, снижается точностьковки, а заготовки отскакивают в сторону и сваливаются с бойка.

Для устранения трудностей, возникающих при ковке жаропрочных сплавов и заготовок с высоким сопротивлением деформации, Д. М. Пономарев, Д. П. Пантух и В. П. Сергеев предложили поднять плоскость бойка и утяжелить шaboты ковочных молотов, установив дополнительную плиту.

Опыт эксплуатации ковочных молотов показывает, что устойчивость шабота зависит не только от его веса, но и от высоты подушки. Так, в многорядных высоких подушках во время работы молота возникают большие упругие деформации, что

обуславливает неустойчивость даже сравнительно тяжелых шаботов.

На заводе разработан и внедрен составной утяжеленный шабот к 4-

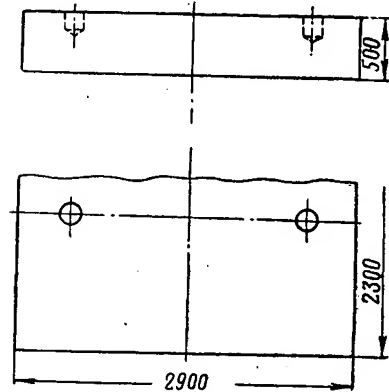


Фиг. 1. Основание 4-тонного ковочного молота старой (слева) и новой (справа) конструкции.

тонному мостовому ковочному молоту (фиг. 1).

Дубовая подушка шабота, ранее состоявшая из трех брусков, выполне-

на в один ряд. Плоскость бойка над уровнем пола цеха поднята на 100 мм. Под шабот заложена стальная плита высотой 500 мм и весом 26 т (фиг. 2). Вместе с этим вес шабота увеличен с 38 до 64 т. Для предотвращения смещения в основании шабота и с верхней стороны плиты соосно просверлены по два



Фиг. 2. Подшаботная плита.

отверстия диаметром 150 мм на глубину 130—150 мм, в которые установлены две направляющие шпильки.

В результате реконструкции увеличилась устойчивость шабота и длительность межремонтной работы подшаботной подушки. С установкой дополнительной плиты даже после более продолжительного срока эксплуатации необходимости в ремонте основания молота не возникло. Повысились жесткость и к. п. д. удара молота, а также точностьковки. Улучшились условия работы бригады.

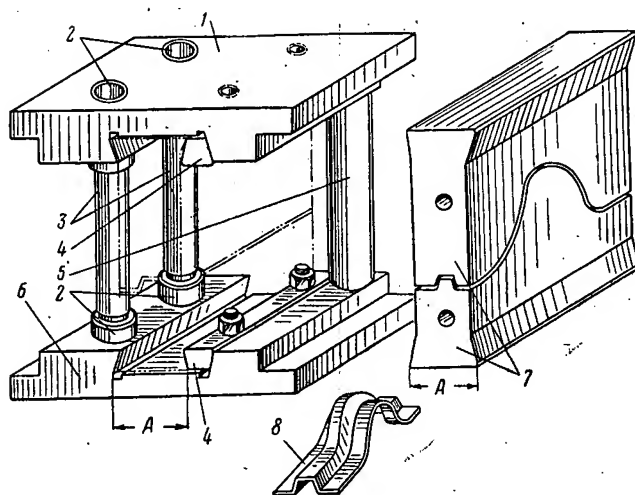
И. Д. Суслин

### Универсальный блок под падающий молот

Обычно для изготовления сложных деталей из цветных сплавов применяют свинцово-цинковые штампы, которые непригодны для изготовления деталей из нержавеющей и титановых сталей из-за их малой стойкости. Поэтому в последнее время для обработки стальных деталей начали использовать штампы, матрицы которых сделаны из чугуна, а пуансоны — из цинка.

Однако такая конструкция штампов очень сложна и трудоемка. По предложению В. А. Дьяконова и автора статьи на заводе внедрен блок под падающий молот для гибочных штампов (см. фигуру). Вкладыши надежно зажимаются в блоке клиньями.

Конструкция блока на колонках употреблена на падающих молотах



- 1—верхняя плита;  
2—штулки; 3—кол-  
лонки; 4—верхний  
и нижний клинья;  
5—распорка; 6—  
нижняя плита; 7—  
верхний и нижний  
стальные гибоч-  
ные и калибровоч-  
ные вкладыши;  
8—обрабатывае-  
мая деталь.

впервые и в работе себя оправдала. При изготовлении универсального блока по сравнению со штампами старой конструкции расходуется в несколько раз меньше инструментальной

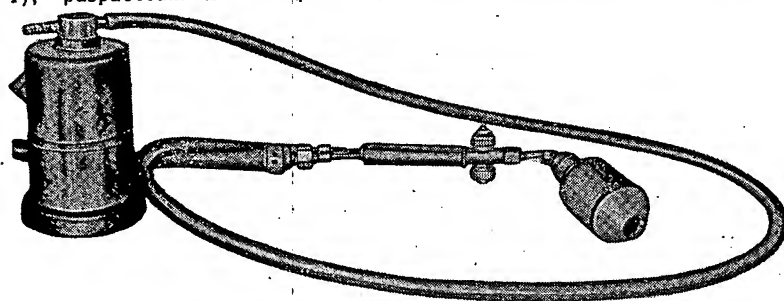
стали. Внедрение указанного блока для деталей 12 наименований дало 38 тыс. руб. экономии.

А. Н. Ерусланов

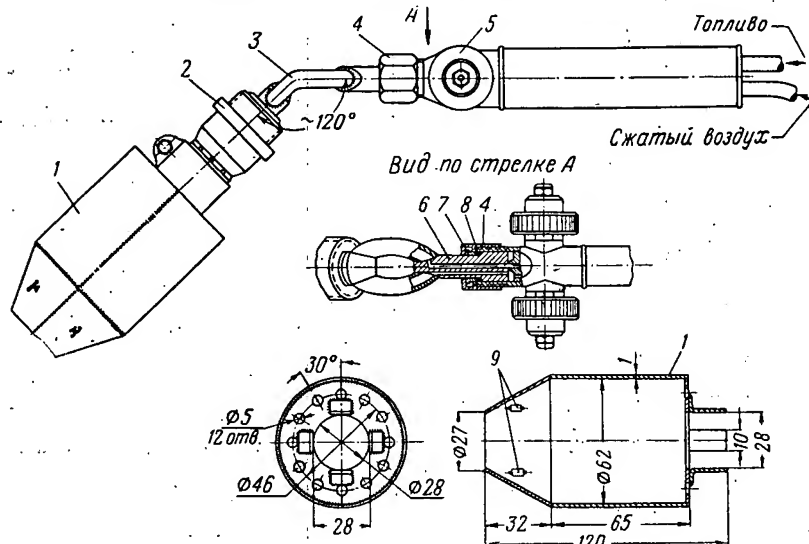
### Эжекторная горелка 123Г-1

Эжекторная горелка 123Г-1 (фиг. 1), разработанная автором

статей, является мощным источником тепла и применяется при лайке, свар-



Фиг. 1. Эжекторная горелка 123Г-1.



Фиг. 2. Схема горелки.

- 1—кожух; 2—форсунка; 3—подводящие трубки; 4—гайка; 5—вентиль; 6—штуцер; 7—прижимная втулка; 8—уплотнительное кольцо; 9—фарфоровые бусинки.

ке и в других случаях, когда необходимым нагрев открытым пламенем. Горелка работает на сжатом воздухе при давлении 3—6 атм. В качестве горючего можно использовать бензин, керосин или лигроин.

Сжатый воздух подается по основному каналу форсунки (от двигателя ВК-1), а топливо — по вспомогательному. Воздух подсасывает и тонко распыляет топливо. Подожженная смесь горит некоптящим пламенем. Для более полного сгорания топлива и предупреждения срыва факела пламени на форсунку надет кожух (фиг. 2). К кожуху никромовыми проволочками прикреплены фарфоровые бусинки, служащие для предотвращения угасания пламени горелки при кратковременном прекращении подачи топлива (например, при регулировании).

Кожух изготовлен из листовой жаропрочной стали толщиной 0,5—1 мм и закреплен на корпусе с помощью хомута. Трубки форсунки обрезаны на расстоянии 30—50 мм от корпуса и изогнуты. К трубкам приварен штуцер, на который надеты уплотнительное кольцо, прижимная втулка и гайка (последние три детали и рукоятка взяты от стандартной ацетиленокислородной горелки).

Шланг, подающий сжатый воздух, надевают на трубку, соединенную с основным каналом форсунки; шланг, подающий топливо, — на трубку, соединенную со вспомогательным каналом. Другой конец топливного шланга погружают в сосуд с горючим, который должен находиться на уровне  $\pm 0,5$  м по отношению к уровню горелки. Чтобы зажечь горелку, вначале открывают воздушный вентиль, а затем — топливный, и поджигают выходящую смесь. Чтобы погасить горелку, необходимо прекратить подачу топлива, а затем — воздуха.

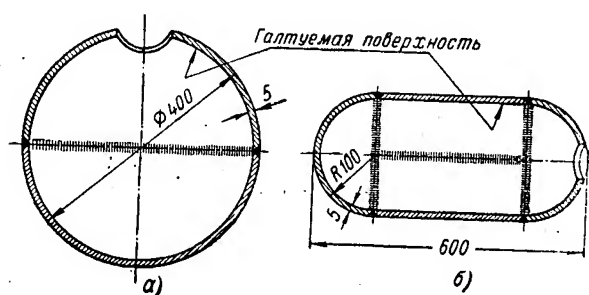
Н. Г. Шарыгин

### Галтовочный станок

Для галтовки внутренних поверхностей шаровых и цилиндрических баллонов (фиг. 1) на заводе применялся токарный станок. В патроне станка баллоны закреплялись по одному на специальных хомутах и имели вращательное движение только вокруг одной оси — оси шпинделя; поэтому внутренняя поверхность баллонов, в особенности шаровых, галтовалась неравномерно. Перестановки шара в патроне тоже не обеспечивали необходимого качества поверхности.

На заводе внедрен станок (фиг. 2) для галтовки одновременно восьми баллонов, которые вращаются вокруг горизонтальной оси станка и вместе с тем вокруг оси, перпендикулярной ей.

Баллоны, заполненные стальными или чугунными галтовочными цилинд-

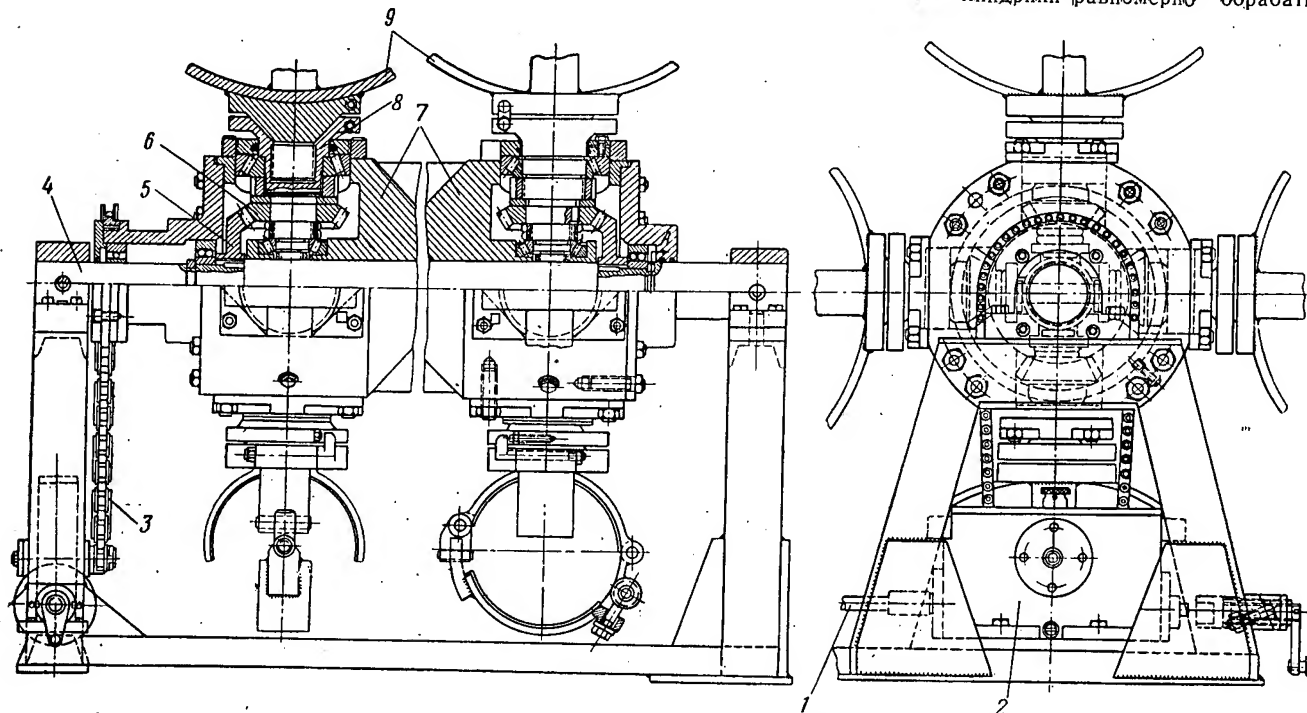


Фиг. 1. Галтуемые баллоны.

а—сферический; б—цилиндрический.

вок 8 с гнездами и прихватами. Головки с закрепленными баллонами вращаются вокруг неподвижного горизонтального вала 4 и одновременно вокруг осей, перпендикулярных к оси вала 4. Это дополнительное вращение передается через пары конических зубчатых колес 5 и 6. Колеса 5 неподвижно закреплены на горизонтальном валу 4.

Таким образом, станок, сообщая баллонам сложное движение, в результате которого галтовочные цилиндрики равномерно обрабатывают



Фиг. 2. Станок для галтовки внутренних поверхностей баллонов.

1—вал, соединенный с валом электродвигателя; 2—редуктор; 3—цепная передача; 4—неподвижный вал; 5, 6—конические зубчатые колеса; 7—корпусные втулки; 8—головки; 9—гнезда с прихватами.

риками диаметром 4—5 мм и длиной 4—7 мм, закрепляют в гнездах 9 галтовочного станка при помощи прихватов. Электродвигатель через пони-

жающий редуктор 2 и цепную передачу 3 вращает корпусные втулки 7, расположенные на валу 4. В двух втулках 7 смонтированы восемь голо-

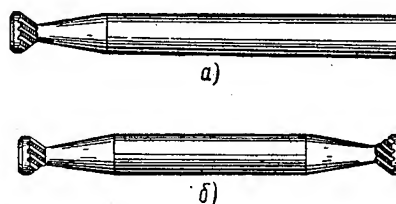
их внутреннюю поверхность. Производительность галтовочного станка в четыре раза выше токарного.

А. Н. Ерусланов

### Экономия сталей при изготовлении инструмента

Двусторонние шарошки. Мастер инструментального цеха Т. А. Кузьмин предложил изготовлять шарошки диаметром 6 мм двусторонними (фиг. 1). Это позволило уменьшить расход дорогостоящей стали Р18 и снизить трудоемкость изготовления инструмента.

Насадные зенкеры. Зенкеры диаметром до 60 мм сваривают из двух заготовок; для рабочей части 1 (фиг. 2,а) используется сталь Р18 и для державок 2—сталь 40ХА. При износе рабочей части зенкер шел в переплавку, несмотря на то, что хвостовик был вполне пригодным для дальнейшей работы.



Фиг. 1. Шарошки.

а—старой конструкции; б—новой конструкции.

Мастер Т. А. Кузьмин предложил изготавливать рабочую часть зенкера насадной (фиг. 2,б); при износе ее

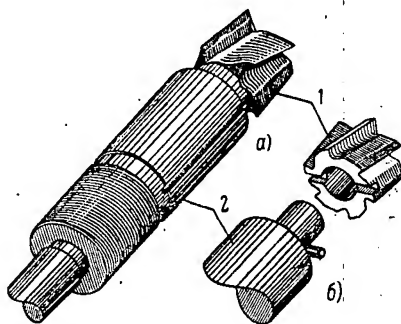
можно заменять новой. Одна державка служит до полного износа 15—20 насадных зенкеров.

В результате внедрения этого предложения экономия сталей Р18 и 40ХА составляет соответственно 2,75 и 3 кг на каждый зенкер. Трудоемкость изготовления зенкеров значительно снизилась.

Протяжка новой конструкции. Протяжки для обработки пазов дисков сваривались из двух деталей: хвостовика (сталь 40ХА) и корпуса с режущей частью (сталь Р18).

Старший технолог Х. М. Загиров и старший мастер А. Д. Колчаков пред-





Фиг. 2. Зенкеры.

а—с приваренной рабочей частью;  
б—с насадной рабочей частью; 1—  
рабочие части; 2—державки.

ложили корпус протяжки, как и хвостовик, изготавливать из стали 40ХА, а режущую часть выполнять из стали

дала хорошие результаты; внедрение их в производство позволяет экономить 10 кг стали Р18 на одну про-



Фиг. 3. Протяжка с приваренными секциями зубьев.

Р18 отдельными секциями по четыре-шесть зубьев, привариваемыми к корпусу (фиг. 3).

Эксплуатация новых протяжек

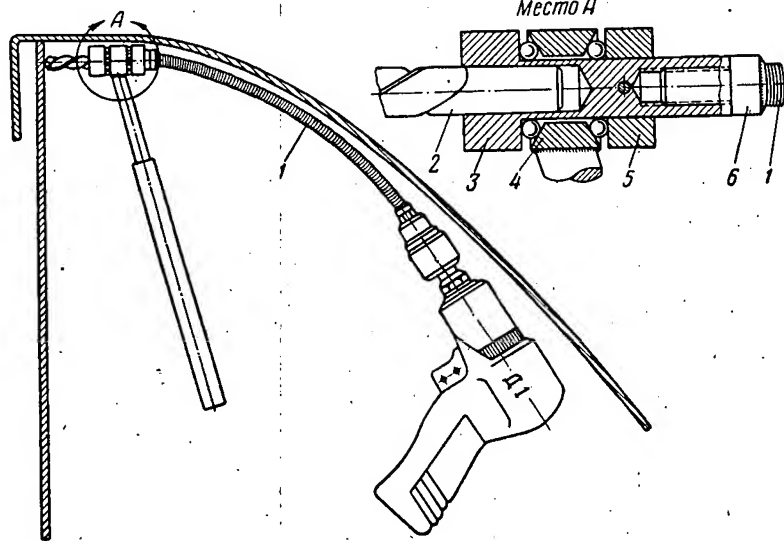
тяжку при некотором увеличении трудоемкости изготовления.

В. И. Анисимов

### Приспособление к пневмодрели

На заводе для сверления отверстий в труднодоступных местах изделий применяются пневмодрели с гибким валиком и направляющей рукояткой для сверла (см. фигуру).

дом для крепления сверла. На шпиндель надеваются втулка с приваренной рукояткой и выточками для шариков и кольцо. Кольцо укрепляется на шпинделе при помощи штифта.



1—гибкий валик; 2—сверло; 3—сменный шпиндель; 4—втулка с рукояткой;  
5—кольцо; 6—наконечник с резьбой.

На одном конце гибкого валика припаян цилиндрический хвостовик, который зажимается в сверлильном патроне пневмодрели, на другом конце — наконечник с резьбой, который ввинчивают в сменный шпиндель с конусным или цилиндрическим гнез-

В процессе сверления рабочий одной рукой держит ручку, направляя сверло, а другой рукой — пневмодрель. При использовании приспособления обеспечивается высокая производительность труда и хорошее качество отверстий.

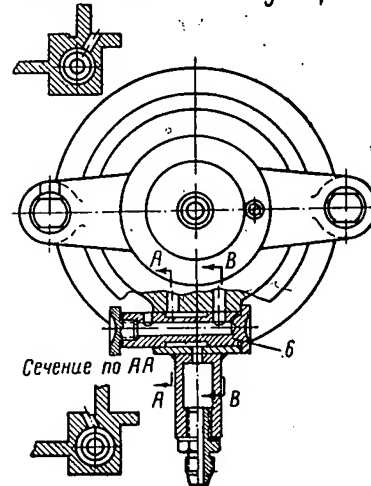
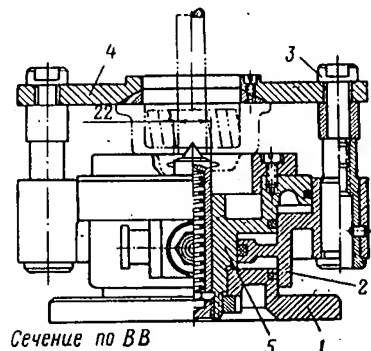
З. С. Нозик

### Универсальный пневматический кондуктор

На заводе внедрено пневматическое быстросействующее приспособление кассетного типа для сверлильных и легких фрезерных работ (см. фигуру).

В верхней части приспособления имеются посадочное место диаметром 75А и крепежные резьбовые отверстия.

При подаче воздуха давлением 3—4 атм в верхнюю полость пневмоцилиндра прижим 4 тягами 3 перемещается в нижнее положение и за-



1—основание; 2—цилиндр; 3—тяги;  
4—прижим; 5—поршень; 6—золотник.

жимает деталь, а при подаче в нижнюю полость — освобождает ее.

Подача воздуха переключается золотником 6.

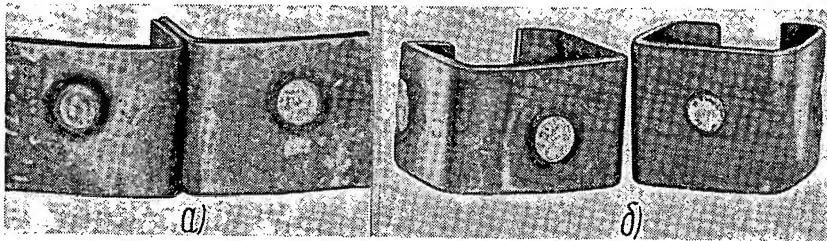
М. Н. Грибков

## Опыт точечной сварки стали 12Г2А

Конструкционная марганцовистая сталь 12Г2А обладает удовлетворительной свариваемостью. Однако при точечной сварке конструкций из нормализованной стали наблюдается охрупчивание металла сварной точки.

На заводе пришлось осваивать точечную сварку деталей из стали 12Г2А толщиной 2+2 мм и более.

Точечная сварка стали 12Г2А выполняется медными электродами с водяным охлаждением при давлении между ними 500—600 кг. После расплавления металла и выключения сварочного тока вследствие хорошего отвода тепла металл точки закаливается. Структура металла в этом случае соответствует игольчатому



Фиг. 1. Характер разрушения точечных сварных образцов из стали 12Г2А.

а—технологическая проба; б—после испытания на отрыв.

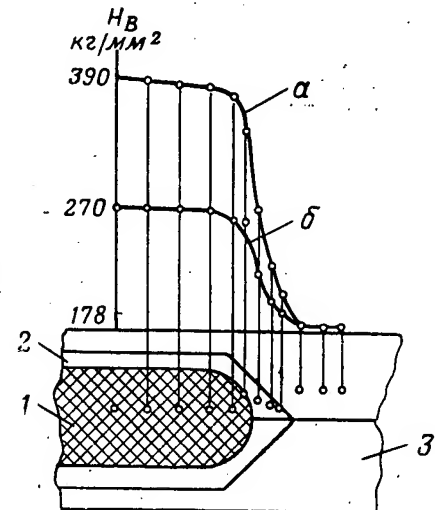
Результаты механических испытаний образцов, сваренных на нормальных режимах, удовлетворяли требованиям ТУ по усилию среза, провару, форме отпечатка электрода, но были совершенно неудовлетворительны по технологической пробе и испытаниям на отрыв (фиг. 1). Это свидетельствовало о большой хрупкости металла сварной точки и исключало возможность даже незначительных перенапряжений (см. таблицу).

мартенситу, обладающему большой твердостью и малой пластичностью (фиг. 2).

График механических свойств стали 12Г2А в зависимости от температуры отпуска (фиг. 3) показывает, что наибольшей пластичностью сталь обладает после отпуска при 600°С.

Так как габаритные размеры сварных конструкций не позволяли провести отпуск в обыкновенных печах, термообработка точечных сварных швов была выполнена токами высо-

Термообработка ТВЧ выполнялась на ламповых генераторах типа ГЗ-46 и Л-60 пятячковым четырехвитковым



Фиг. 2. Твердость точечного сварного шва.

Материал — сталь 12Г2А толщиной 2+2 мм.

а—без термообработки; б—после термообработки ТВЧ; 1—ядро точки; 2—зона термовлияния; 3—основной металл.

индуктором диаметром 60 мм из медной трубки 12×10 мм. Режим работы генератора: ток анода 2 а; ток сетки 0,2 а.

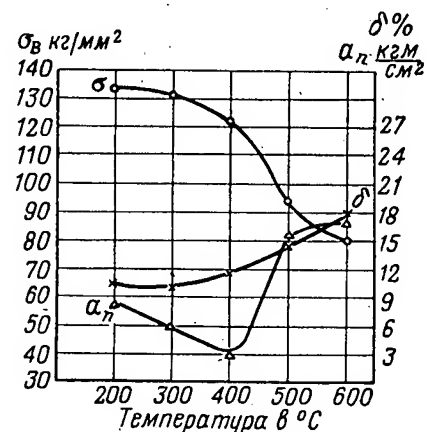
### Механические свойства сварных точек на образцах из нормализованной стали 12Г2А толщиной 2+2 мм

Характер обработки	Испытания на срез			Испытания на отрыв			HВ металла точки кг/мм²
	усилие на точку в кг	$\sigma_b$ кг/мм²	характер разрушения	усилие на точку в кг	$\sigma_b$ кг/мм²	характер разрушения	
Без термообработки	1860—2000	54	Срез по металлу точки	200—300	12,5	Хрупкое разрушение по точке (фиг. 1, б)	390
Обработка при 600—700°С	1740—1900	52	Вырыв точки (фиг. 4, б)	700—800	37,5	Вырыв точки (фиг. 4, в)	270

В целях увеличения пластичности сварного металла было опробовано несколько методов сварки, включающих термообработку, в том числе сварка с термообработывающим импульсом тока и сварка с двойной постановкой точек. Электроды направляли плоским личным напильником с просверленным под выступы отверстием. Однако опыт показал, что указанными методами нельзя получить стабильные результаты при сварке материала толщиной более 1+1 мм.

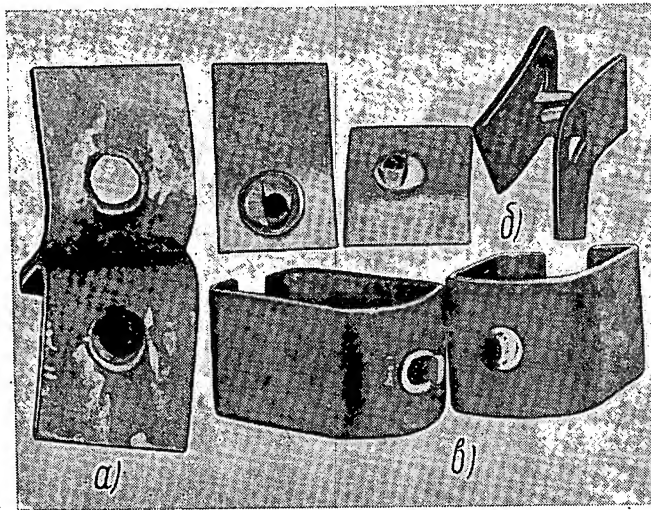
кой частоты. Результаты опытов показали, что после высокого отпуска при 600—700°С с охлаждением на воздухе разрушение образцов технологической пробой (фиг. 4, а), на срез (фиг. 4, б) и на отрыв (фиг. 4, в) носит пластичный характер. Образцы по механическим свойствам удовлетворяют техническим условиям (см. таблицу).

Структура металла точки после отпуска приобретает прояснительно-сорбитный характер (фиг. 5).



Фиг. 3. Механические свойства стали 12Г2А в зависимости от температуры отпуска.

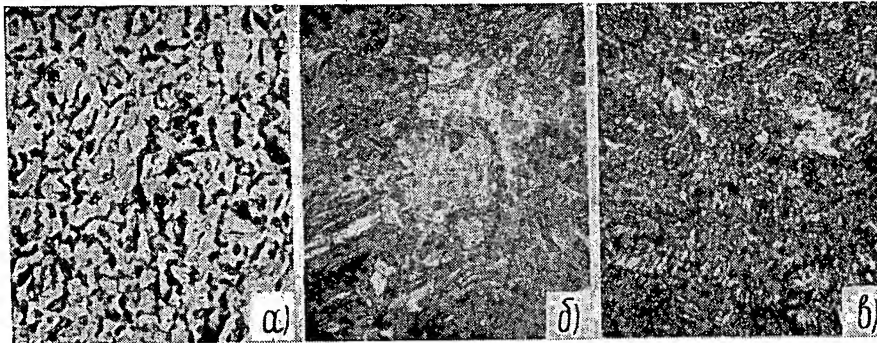
Сварной шов располагался на расстоянии 2 мм от индуктора и перемещался со скоростью, которая обеспечивала равномерный нагрев точек до 600—700°С. Температура контроли-



Фиг. 4. Характер разрушения точечных швов.

Материал — сталь 12Г2А, термическая обработка ТВЧ.

а—технологическая проба; б—после испытания на срез; в—после испытания на отрыв.



Фиг. 5. Структура основного металла и сварного шва.

Материал — сталь 12Г2А.

а—основной металл; б—металл сварной точки до термообработки; в—после термообработки.

ровалась при помощи термокарандашей.

Термообработка сварных точечных швов стали 12Г2А токами высокой частоты более производительна и

дает более стабильные результаты, чем термообработка между электродами сварочной машины.

В. И. Столбов и Д. Н. Ганелин

### Автоматическая наплавка шеек валов и шпинделей

При ремонте оборудования часто приходится заменять дорогостоящие шпиндели и различные стальные валики из-за износа трущихся поверхностей — шеек. Поэтому заслуживает внимания восстановление шеек посредством электронаплавки металла и последующей механической обработки. Новый слой должен прочно соединяться с основным металлом, не иметь пор и раковин, быть равномерным. Восстанавливаемый валик не должен деформироваться. Кроме того, должны быть обеспечены быстрая и дешевизна наплавки.

Указанных условий удалось добиться при использовании сварочного автомата АДС-1000 завода «Элек-

трик» (Ленинград). Внесение некоторых изменений позволило применить этот аппарат для наплавки шпинделей и валиков диаметром 40 мм и более. Наплавку выполняли на старом станке для глубокого сверления. Можно использовать и токарный станок с ходовым винтом (фиг. 1). Шпиндель станка должен иметь скорости 2, 3, 5 об/мин, поэтому передача от электродвигателя осуществляется через редуктор, понижающий число оборотов в 40 раз (фиг. 2).

Аппарат АДС-1000 на салазках, укрепленных на суппорте станка, при настройке можно перемещать вручную на 250—300 мм вдоль станины. В шпиндель передней бабки вставлен

с зазором 0,5 мм длинный передвижной шпиндель (фиг. 3), который закрепляется в трехкулачковом патроне.

На передвижном шпинделе и шпинделе задней бабки подвешено корыто размерами 1200×200×200 мм из листовой стали толщиной 2 мм. Шпиндели должны свободно вращаться в отверстиях корыта. К днищу корыта прикреплены ножки, которые опираются на станину. По высоте корыто устанавливают так, чтобы между днищем и поверхностью суппорта был зазор не менее 5 мм для свободного перемещения сварочного аппарата в момент наплавки. На подвижном ведущем шпинделе закрепляют центр в виде зонкера или четырехгранной пирамиды. Задний центр вращается на шарикоподшипниках.

Перед началом наплавки ремонтируемый шпиндель или валик закрепляют в центрах внутри корыта и засыпают флюсом АН-348-А так, чтобы место наплавки валика и электрод были надежно покрыты флюсом; это гарантирует хорошее качество наплавки при расположении электрода под любым углом к детали. Предварительно флюс для удаления влаги прокалывают при 700°С в течение 2 час.

Стальной шов наплавляется по винтовой линии, с шагом в два раза больше ширины шва (фиг. 4). Наплавив один винтовой шов по всей длине шейки вала, следует удалить затвердевший шлак и на очищенные швы наплавить второй винтовой шов, который заполнит оставшуюся после первого захода канавку.

После двух заходов на шейке останутся ровные, плотно наплавленные швы; диаметр валика увеличится на 3—4 мм (толщина сплошного слоя наплавленного металла 1,5—2 мм; при необходимости наплавить более толстый слой процесс повторяют).

Наилучшие результаты получаются при скорости наплавки около 40 м/час. Исходя из этой величины, можно определить нужную скорость

40

вращения вала по формуле  $n = \frac{40}{\pi d}$

( $d$  — диаметр ремонтируемого вала в мм). Движение электрода вдоль оси вала осуществляется с помощью ходового винта станка, синхронно с оборотами шпинделя. При наплавке проволокой диаметром 1,6 мм ширина шва получается 8—10 мм. В этом случае следует установить скорость движения электрода вдоль оси 20 мм за один оборот вала. Чтобы в процессе наплавки металл не стекал с поверхности вала, электрод нужно смещать от центральной линии вала в сторону против вращения на 5—6° (фиг. 5).

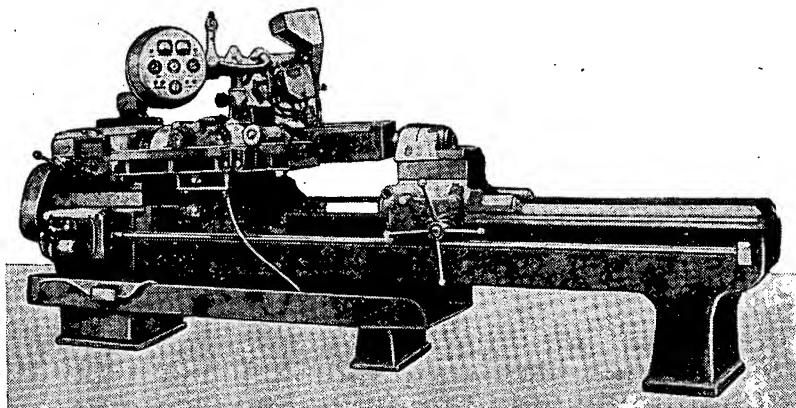
При наплавке стальной проволокой диаметром 1,6 мм применяют постоянный ток 180—200 а напряжением 20—24 в. Так как диаметр проволоки сравнительно мал, в шунтовую обмотку электродвигателя, подающего проволоку, введено добавочное сопротивление 60 ом, отчего повысилась ско-

рость его вращения, а вместе с тем и скорость подачи проволоки.

Аппарат АДС-1000 может вести сварку проволокой диаметром 3—6 мм. Практика показала, что применять проволоку диаметром 2—3 мм

и высокоуглеродистой стали (до 1—1,25%С).

Описанный процесс наплавки успешно применяется на заводе уже длительное время при восстановлении шпинделей и валков токарных,

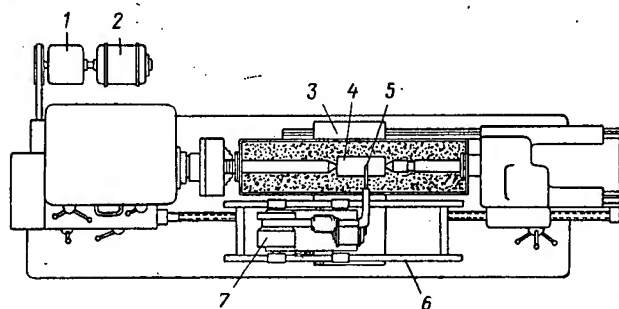


Фиг. 1. Токарный станок со сварочным аппаратом АДС-1000.

и более нецелесообразно по следующим соображениям: так как при этом расплавление основного металла вала происходит на большую глубину (3—4 мм), металл не успевает затвердеть и начинает течь, поверхность наплав-

токарно-револьверных, фрезерных и шлифовальных станков. Все восстановленные детали работают хорошо.

Так, шейки шпинделя бесцентров-шлифовального станка были наплав-



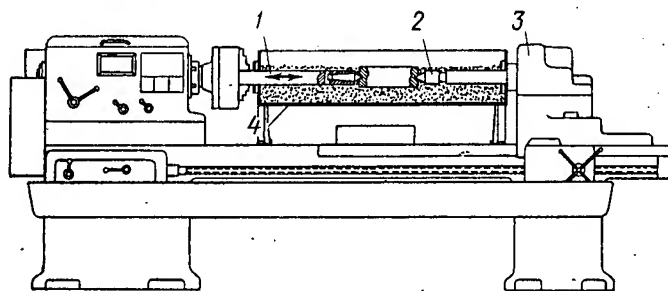
Фиг. 2. Схема установки сварочного аппарата АДС-1000 на станке.

1—редуктор; 2—электродвигатель; 3—суппорт; 4—наплавляемая деталь; 5—электрод; 6—салазки; 7—сварочный аппарат АДС-1000.

ки получается очень неровной, а от большого количества выделяемой теплоты вал сильно прогревается и деформируется.

При наплавке проволокой диаметром 1,6 мм шов образуется плотным,

лени слоем 3 мм проволокой из стали 20. Твердость шеек после наплавки была  $R_c=26+30$ ; после цементации и закалки в воду она повысилась до  $R_c=64$ . Более года этот шпиндель работает хорошо.



Фиг. 3. Схема модернизации станка.

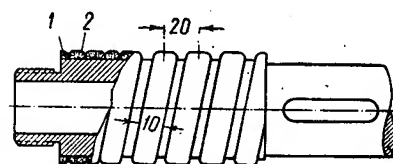
1—передвижной шпиндель; 2—вращающийся центр; 3—задняя бабка; 4—корыто для флюса.

расплавленный металл электрода мгновенно затвердевает, наплавленный слой не имеет трещин и рыхлот, а небольшой прорев валика не вызывает деформаций. Можно использовать также проволоку из стали 20

Большое количество валов роторов электродвигателей также было восстановлено наплавкой. Прочность и плотность наплавленного слоя настолько высоки, что на заводе в некоторых случаях практикуется на-

плавка вновь изготовленных валков для новых станков.

Наплавку также можно выполнять проволокой В1 и ОВС; наплавленный слой имеет твердость до  $R_c=34$ ; после закалки в масло твердость повышается до  $R_c=47$ , а после закалки в воду — до  $R_c=64$ .

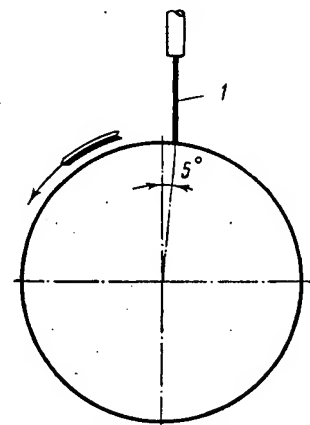


Фиг. 4. Схема наплавки вала.

1—первый слой; 2—второй слой.

Если шейки шпинделя или вала ранее были покрыты слоем хрома, его до наплавки следует снять на шлифовальном станке, так как хром ухудшает качество наплавки, поверхность получается пористой. Во всех других случаях шейки валов до наплавки не нужно подвергать механической обработке.

Описанным способом можно также ремонтировать шлицевые валы, заплавлять шпоночные гнезда и т. п. Заплавка шлицевых канавок более проста, чем наплавка шеек. При за-



Фиг. 5. Схема установки электрода.

1—электрод.

плавке канавок вал закрепляют в центрах, шпиндель не включают, а аппарат АДС-1000 передвигается на самоходной тележке по салазкам на суппорте. После наплавки указанным способом шейки валика или шпинделя можно обрабатывать на токарном или шлифовальном станке.

При ремонте валов и шпинделей способом наплавки значительно сокращается расход стали, используются изношенные валы и шпиндели, сокращается время ремонта оборудования.

С. П. Беспалов



# Зарубежная техника

## Управляемые снаряды\*

В этой части обзора рассматриваются особенности проектирования и производства управляемых снарядов. Эффективное применение таких снарядов в боевых условиях возможно только в комплексе с целым рядом устройств, образующих «систему оружия», в которой снаряд является лишь одним из компонентов. В число функций системы оружия входят, например, обнаружение и опознавание цели, захват и сопровождение ее следящими радиолокаторами, определение результатов применения снаряда и т. д.

Для выполнения всех операций, связанных с боевым применением снаряда, требуется большое количество специального оборудования, иногда значительно более сложного, чем сам снаряд. Все элементы системы должны быть тщательно увязаны между собой еще в процессе ее разработки. Термин «разработка системы» означает, что взаимосвязь элементов системы должна устанавливаться в начале проектирования и переоцениваться по мере разработки системы. В соответствии с этим в конструкцию отдельных устройств должны вноситься неоднократные изменения.

Важность концепции системы оружия возрастает в отношении управляемых снарядов, ввиду необходимости применять в этом случае новые конструкции, материалы и процессы.

Данная концепция должна соблюдаться и во время серийного производства, так как только при таком подходе можно организовать выпуск снарядов в нужном количестве и в установленные сроки.

При выпуске самолетов можно с небольшим риском вводить изменения на том основании, что целесообразность их будет проверена в полете первой же реконструированной машины. Для большинства же снарядов такая практика неприемлема, особенно если изменения носят функциональный характер. Обычно выпускают специальную серию опытных снарядов и на них проверяют эффективность изменений. В результате его окончательный вариант может значительно отличаться от первоначального, что обусловит изменение технологического процесса, оборудования для испытаний, вспомогательного оборудования и т. д.

Как ни парадоксально, но даже улучшение конструкции отдельных частей может оказаться неприемлемым без коренной переработки снаряда в целом. Например, если фирма-поставщик уменьшит вес какого-либо агрегата, то это, возможно, в такой степени изменит расположение центра тяжести снаряда, что поведет к необходимости полной перекомпоновки.

Поэтому в соответствии с концепцией системы оружия снаряд и все остальные элементы системы проектируют и увязывают между собой одновременно; в процессе проектирования эти взаимосвязи уточняются, изменяются, и в конечном итоге снаряд сдается заказчику в комплексе с обслуживающим, испытательным, поверочным и пусковым оборудованием, наземными средствами системы наведения и т. п., вплоть до пе-

чатных руководств и спецодежды для эксплуатационного персонала. Однако выполнение всех этих работ одной фирмой привело бы к громоздкости и утрате преимуществ специализации. Поэтому за рубежом проектирование и производство систем оружия осуществляют, как правило, на основе широкого кооперирования специализированных фирм, одна из которых является главным изготовителем системы. Такая фирма представляет собой организацию, ответственную перед заказчиком за всю систему и руководящую деятельностью специализированных фирм-субконтрактантов, привлекаемых к разработке и производству отдельных частей системы. Субконтрактанты в свою очередь привлекают другие, более узко специализированные фирмы. Таким образом, в разработке и выпуске систем современных управляемых снарядов участвует большое количество научно-исследовательских и промышленных организаций.

В первые годы разработки управляемых снарядов в США главными изготовителями системы были обычно самолетостроительные фирмы; однако в дальнейшем, в связи с усложнением систем наведения, являющихся главным элементом некоторых снарядов, возникла тенденция выбирать главных изготовителей из числа фирм, разрабатывающих и изготавливающих системы наведения. На основе тщательного изучения тактико-технических требований к системе главный изготовитель разрабатывает принципиальную схему системы и входящего в нее снаряда, технические условия на проектирование отдельных устройств, согласовывает их с субконтрактантами, координирует деятельность последних и контролирует ее результаты, комплектует систему и проводит ее испытания, руководит доводочными работами и сдает систему заказчику. Связь между субконтрактантами поддерживается только через главного изготовителя.

Сложность и новизна задач, возникающих при разработке систем оружия, приводят к тому, что трудоемкость изготовления и затраты остаются пока чрезвычайно высокими.

Так, например, в США на создание одного, довольно типичного снаряда класса «воздух—воздух» со стартовым весом 135 кг потребовалось 2,4 млн. час. работы инженерно-технического персонала и 2 млн. час.—производственных рабочих. Разработка этого снаряда до стадии серийного производства длилась шесть лет и обошлась в 30 млн. долл. В эту сумму не включены расходы на создание обслуживающего и вспомогательного оборудования, примерно равные расходам на разработку одного снаряда. Для сравнения укажем, что в свое время на разработку стратегического бомбардировщика с взлетным весом 182 т было затрачено 3 млн. час. работы инженерно-технического персонала. Другими словами, трудоемкость разработки вышеупомянутого снаряда, отнесенная к 1 кг стартового веса, примерно в 1000 раз превышает трудоемкость разработки самолета.

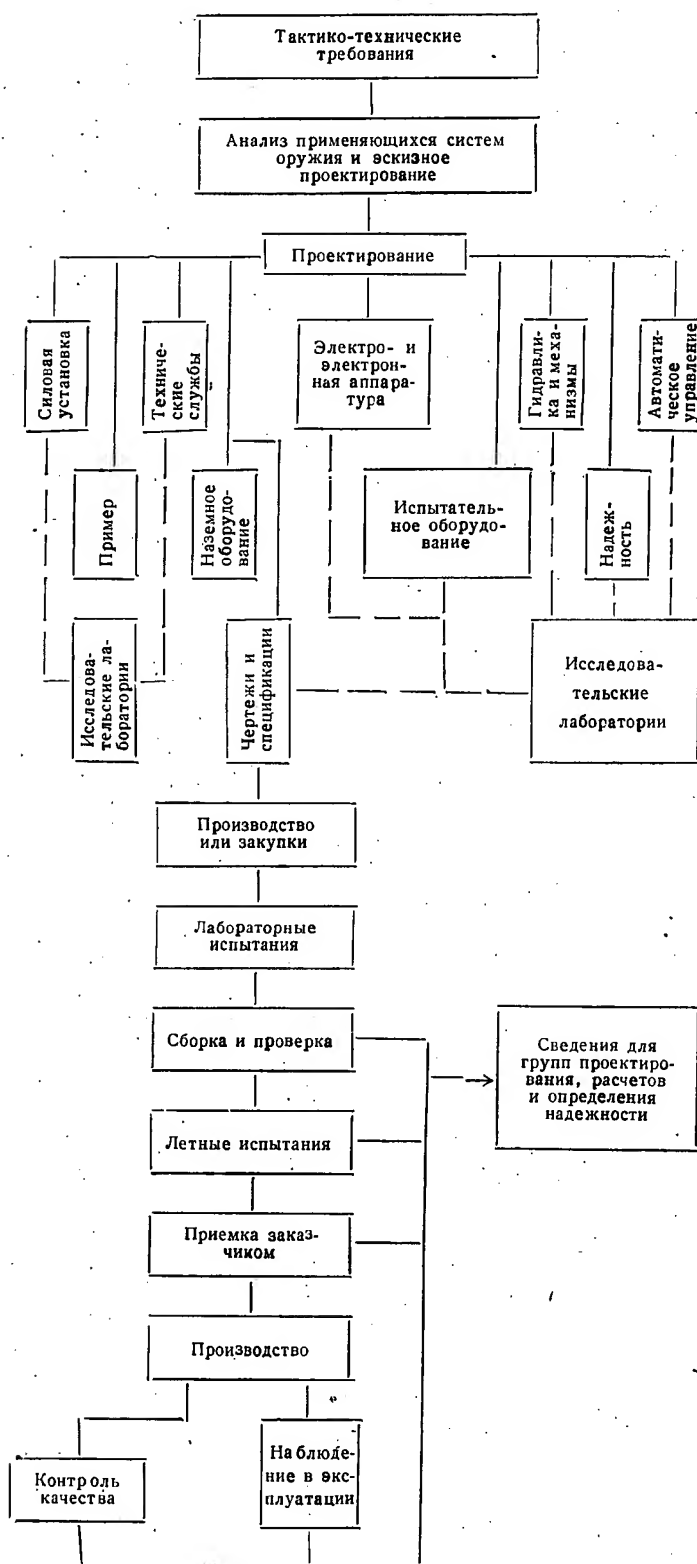
На схеме 1 показаны важнейшие этапы разработки управляемого снаряда. Эта схема несколько отличается от схемы 2, иллюстрирующей основные стадии проектирования опытных образцов самолета и снаряда.

\* Продолжение. Начало см. «Авиационная промышленность», № 3, 4.



Схема 1

## ГЛАВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ УПРАВЛЯЕМОГО СНАРЯДА



Существенное различие между процессами разработки самолета и управляемого снаряда состоит в том, что опытный самолет должен быть полностью закончен до своего первого

Схема 2

## ОСНОВНЫЕ СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ САМОЛЕТА И СНАРЯДА

## Самолет

Выбор схемы, вооружения, силовой установки, типа управления и т. д.

Изготовление моделей и испытания их в аэродинамических трубах.

Изготовление и испытания летающих моделей. Постройка летающих стендов для испытания силовых установок, управления, вооружения и т. д.

Постройка и испытания нескольких опытных образцов.

Испытания опытных самолетов заказчиком.

Серийное производство.

## Снаряд

Выбор системы наведения в связи с боевой головкой и взрывателем; выбор на этой основе схемы, силовой установки и т. д.

Изготовление моделей и испытания их в аэродинамических трубах и в свободном полете.

Постройка и испытания экспериментальных снарядов для отработки стартовых и маршевых двигателей, аэродинамической компоновки, системы управления и т. д.

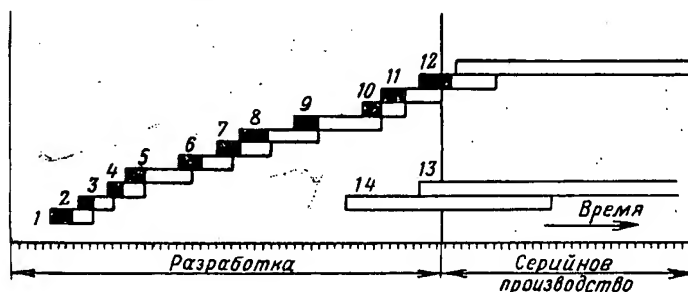
Изготовление и испытания опытных образцов.

Изготовление снарядов для сдаточных испытаний и проведение испытаний.

Серийное производство.

полета, тогда как каждый компонент снаряда испытывают или проверяют отдельно, и каждую фазу испытаний начинают лишь после получения удовлетворительных результатов в предыдущей фазе, от которой зависит последующая. Практически, конечно, имеет место и перекрытие фаз.

На фигуре показана типовая схема летных испытаний снаряда класса «земля—воздух». Как видно из схемы, по мере разработки отдельных элементов снаряда и получения приемлемых результатов испытания постепенно усложняются вплоть до проверки снаряда в целом.



Типовая схема летных испытаний управляемого снаряда класса «земля—воздух».

1—8—экспериментальные снаряды для исследований: 1—аэродинамики; 2—прочности; 3—силовой установки; 4—системы управления; 5—системы наведения; 6—взрывателя; 7—самонаведения по неподвижной цели; 8—самонаведения по подвижной цели; 9—тренировочные снаряды; 10—снаряды для сдаточных испытаний; 11—снаряды для оценочных испытаний; 12—испытания серийных снарядов; 13—серийное производство; 14—изготовление оснастки и оборудования; черные клетки — сборка и проверка первого снаряда, белые клетки — запуски.

Количество снарядов, необходимых для испытаний, зависит от объема данных, подлежащих проверке, а также характера выявленных неполадок. Это количество может быть значительным, особенно с учетом того, что снаряды многих типов могут совершать лишь один испытательный полет. Так, например, в процессе проектирования одного американского снаряда класса «земля—воздух» для испытаний потребовалось 1500 образцов. По мнению английских специалистов, для создания снаряда такого же класса нужны 100—200 снарядов для испытаний в процессе разработки и 50—200 — для сдаточных

испытаний. Применительно к снарядам класса «воздух—воздух» это число может быть еще большим.

Крылатые снаряды при испытаниях стараются сохранять; это достигается оборудованием их системами дистанционного управления с сопровождающих самолетов, использованием парашютов и т. д. Из схемы 1 видно, что наряду с необходимостью большого количества испытаний и исследований для проектирования управляемых снарядов характерно наличие групп исследования надежности. Проблема надежности снаряда была и остается одной из самых трудноразрешимых. Известно, что надежность сложного изделия определяется произведением показателей надежности его элементов. Если, например, изделие состоит из 100 элементов, каждый надежностью 99%, то надежность всего изделия составит около 35%. В противоположность самолету в снаряде ничто не может дублироваться, а наличие автоматических устройств вместо экипажа не позволяет изменять программу полета сообразно складывающейся обстановке. Следует отметить, что снаряд класса «воздух—воздух» включает примерно 5000 частей, а межконтинентальная баллистическая ракета — 300 000. Наземное оборудование системы наведения снаряда класса «земля—воздух» насчитывает 1 500 000 частей. Элементы снаряда обычно взаимосвязаны, что еще больше повышает количество потенциальных источников неполадок.

Все части и узлы, изготавливаемые фирмами-поставщиками, при поступлении на завод фирмы-главного поставщика подвергаются всесторонним испытаниям, имитирующим условия применения, транспортировки и хранения снаряда. Собранный снаряд также тщательно проверяют. О сложности испытатель-

ного оборудования свидетельствует, например, тот факт, что цена испытательной установки для полностью собранного американского снаряда класса «воздух—воздух» превышает стоимость всего завода, исчисляемую в 8 млн. долларов. Перед летными испытаниями, а также на месте их проведения снаряды проверяют снова, причем возможны несколько циклов проверки.

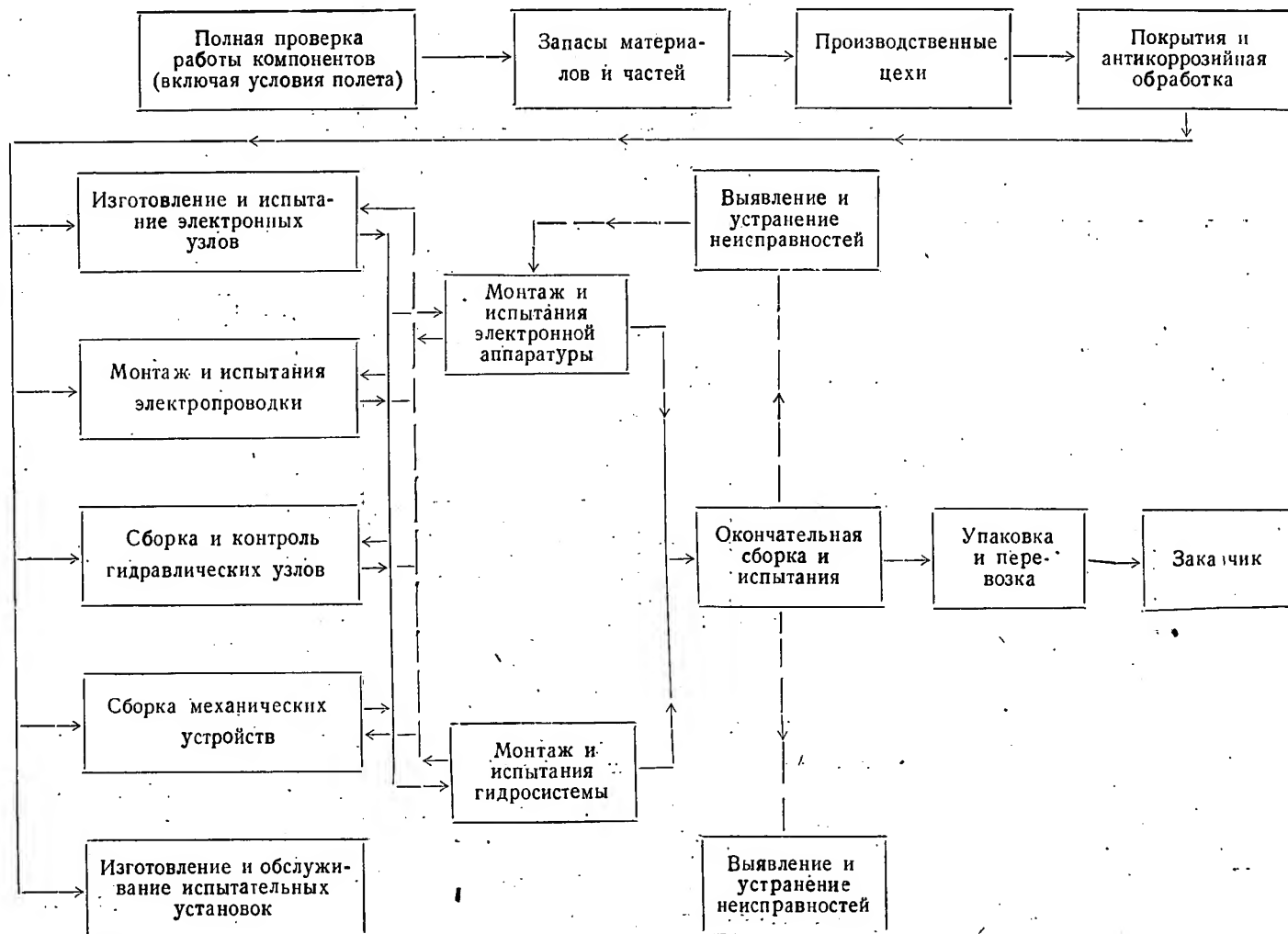
Главные этапы серийного производства управляемых снарядов приведены на схеме 3. На этой стадии снаряды проверяют двумя путями. Согласно одному из них части, узлы и готовые изделия испытывают в условиях, аналогичных условиям испытаний в процессе разработки. Важные узлы и собранные снаряды подвергают ударным и вибрационным нагрузкам. Другой путь заключается в испытаниях частей подузлов, узлов и всего снаряда в более жестких условиях по сравнению с требованиями заказчика. Определенное количество изделий испытывают перед началом серийного выпуска, при каждом значительном изменении, а также выборочно в процессе производства. Сторонники последнего метода считают, что повторные испытания сокращают срок службы отдельных частей, который может оказаться предельным; в итоге изделие, показавшее удовлетворительные результаты во время испытания, способно на практике отказать.

Независимо от принятого метода, обычно все поступающие на сборку части проходят функциональные поверочные испытания.

Преимущества каждого из рассмотренных методов зависят от особенностей организации производства и типа снаряда. Общим для обоих методов является то, что должна существо-

Схема 3

### ВАЖНЕЙШИЕ ЭТАПЫ СЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА УПРАВЛЯЕМОГО СНАРЯДА



вать тесная связь между проектированием, контролем качества, производством, снабжением и планированием. В период наладки серийного выпуска организация работ должна отражать их взаимосвязь, соответствуя общей концепции «разработки системы». Неудивительно, что проверки и испытания некоторых снарядов занимают 70% рабочего времени.

В США и Англии снаряды определенных классов строят на реконструированных самолетостроительных заводах. Однако отличия в условиях выпуска некоторых снарядов и самолетов столь велики, что американские и английские самолетостроительные фирмы при наличии пустующих заводских площадей были вынуждены построить новые заводы, на которых ведут опытные работы и осуществляют серийное производство снарядов. Появились также заводы, специализированные по обеим указанным функциям.

Постройка новых заводов во многих случаях обусловлена необходимостью в новом оборудовании, ввиду появления новых конструкций, технологических материалов, процессов и предъявления более высоких требований.

Оборудование и производственные площади завода, изготовляющего снаряды, зависят в основном от типа последних и желаемых темпов выпуска. Очевидно, что требования к оборудованию заводов, выпускающих межконтинентальные баллистические снаряды высотой 20—25 м, диаметром 2,5—3 м и снаряды класса «воздух—воздух» длиной 2—2,5 м, диаметром 150—200 мм, будут различны. Общим для снарядов различных классов и типов является то, что сборку электронной аппаратуры системы наведения и прецизионных узлов ведут в изолированных помещениях, по чистоте аналогичных операционным помещениям в клиниках, снабженным системой фильтрации и кондиционирования воздуха. На некоторых за-

водах США и Англии кондиционирование воздуха применяется во всех помещениях для сборки.

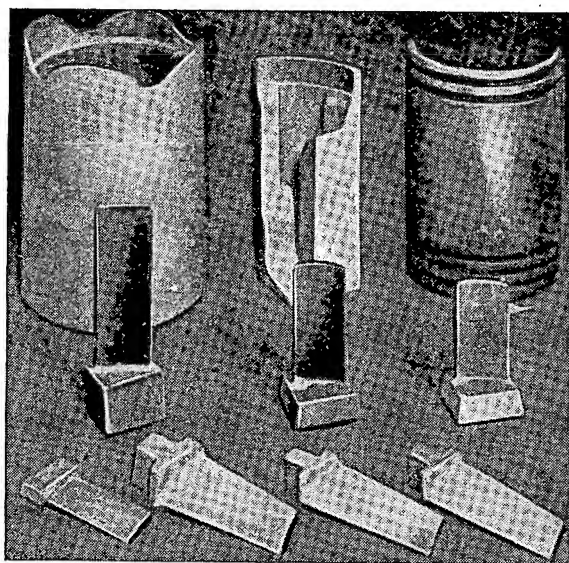
Один американский завод, выпускающий гироскопы для систем наведения снарядов, построен в таком районе, где колебания земной коры минимальны. В помещениях отсутствуют окна, они изолированы от источников вибраций, в системе кондиционирования воздуха применены те же фильтры, что и на атомных заводах. Компрессоры подобны используемым в больницах; приняты меры по борьбе с пылью, для чего входы в здание выполнены со шлюзами. Стены, пол и потолок гладкие, со скругленными углами; все проводки проведены в стенах; в помещениях нет ничего лишнего. Обслуживающий персонал входит в помещение только в специальной одежде; во избежание лишних хождений широко используются линии связи. Руководящий состав наблюдает за работой через застекленные перегородки, применяются особые способы уборки помещений и т. д.

Производство управляемых снарядов опирается на широкую сеть лабораторий и полигонов, обслуживаемых компетентным персоналом, хорошо знакомым с устройством и функционированием всех частей и узлов снаряда. Успех любой программы разработки снаряда во многом зависит от количества и качества оборудования для испытаний. Создание и эксплуатация этого оборудования очень трудоемки, особенно на ранних этапах осуществления программы. Следует отметить, что выпуск относительно больших партий некоторых снарядов способствует развитию автоматических и полуавтоматических испытательных установок, управляемых малоквалифицированными операторами. Однако проектирование этого простого в управлении оборудования является довольно сложным, а изготовление — трудоемким.

*Е. И. Сухоцкий*

## Спеченный алюминиевый порошок

### Свойства и применение



Поршни и компрессорные лопатки из САП.

**В** результате многолетних исследований, проводимых в различных странах, разработан новый теплоустойчивый материал — спеченный алюминиевый порошок (САП).

По сравнению с алюминиевыми сплавами САП имеет значительно более высокую теплоустойчивость при температурах 350—

500°С. Его коррозионная стойкость примерно такая же, как у алюминия чистотой 99,5%, а электропроводность, теплопроводность и термическое расширение — несколько ниже.

САП изготавливают из мелкодисперсного алюминиевого порошка (с толщиной частиц менее 1 мк), покрытого окисной пленкой. Свойства его зависят от величины частиц порошка, толщины окисной пленки и степени деформации. Изменяя эти факторы, удается значительно улучшить свойства материала.

В США известны три марки САП: М255, М257 и М276. Первую получают из алюминиевого порошка, изготовленного распылением расплавленного алюминия сжатым воздухом, а вторую и третью — из чешуйчатого (пластинчатого) алюминиевого порошка, изготовленного механическим измельчением.

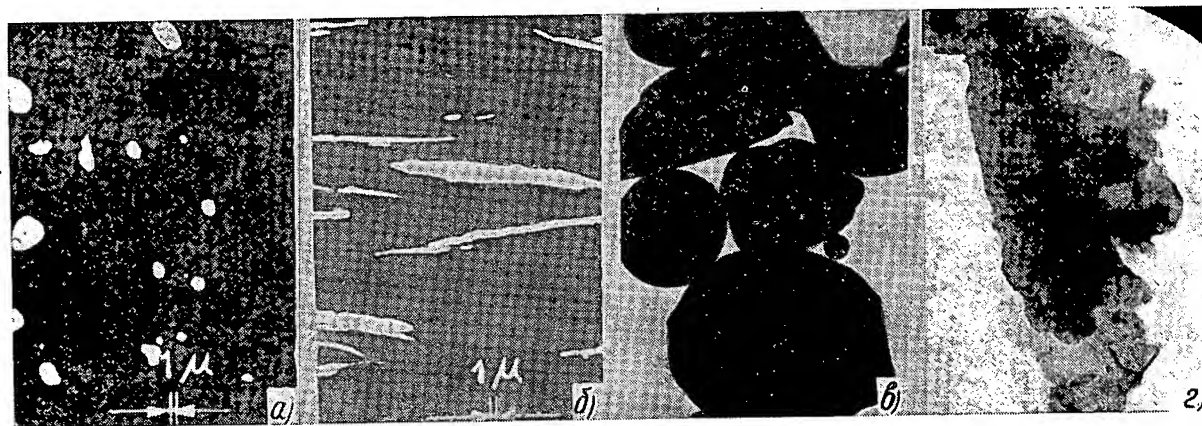
В Англии САП получил название гидуминий 100.

Полуфабрикаты и изделия из САП получают прессованием, ковкой, прокаткой и штамповкой. В США проводились опыты по прессованию из САП брикетов диаметром 540 мм и весом 380—400 кг, которые затем куят или прокатывают на листы. Полуфабрикаты из САП уже применяются рядом фирм.

Наиболее распространенным способом производства алюминиевого порошка для САП является распыление расплавленного алюминия сжатым воздухом с последующим измельчением его в шаровых мельницах в атмосфере нейтрального газа (с содержанием 5—8% кислорода).

Порошок, изготовленный распылением жидкого алюминия (фиг. 1,а), имеет сферическую или овальную форму и содержит 3% (по весу) окислов алюминия, а полученный измельчением (фиг. 1,б) — пластинчатую форму и содержит до 10% окислов. На фиг. 1,в и г представлены те же частицы алюминиевого порошка, снятые с помощью электронного микроскопа. Считают, что алюминиевый порошок пластинчатой формы спрессовывается лучше, чем сферической.

Алюминиевый порошок можно получать и электролитическим способом (фиг. 2).



Фиг. 1. Алюминиевый порошок.

а—изготовленный распылением расплавленного алюминия ( $\times 1000$ ); б—зерна сферической и овальной формы, полученные измельчением алюминиевой фольги ( $\times 1000$ ); в—те же частицы, что и на фиг. 1, а, но снятые на электронном микроскопе ( $\times 10\,000$ ); г—те же частицы, что и на фиг. 1, б, но снятые на электронном микроскопе ( $\times 10\,000$ ).

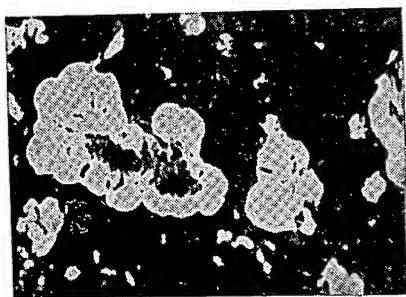
Механические свойства образцов САП, изготовленных из распыленного и электролитического алюминия, ниже, чем полученных измельчением (табл. 1).

Таблица 1

## Механические свойства САП

Порошки	Температура					
	комнатная				400° С	
	предел прочности в кг/мм <sup>2</sup>	предел текучести в кг/мм <sup>2</sup>	относительное удлинение в %	твердость по Бринеллю в кг/мм <sup>2</sup>	предел прочности в кг/мм <sup>2</sup>	относительное удлинение в %
Распыленный	21	14	8	62	—	7
Электролитический	20	15	7	58	5	3
Изготовленный измельчением алюминия в шаровой мельнице	37	26	6	104	15	2

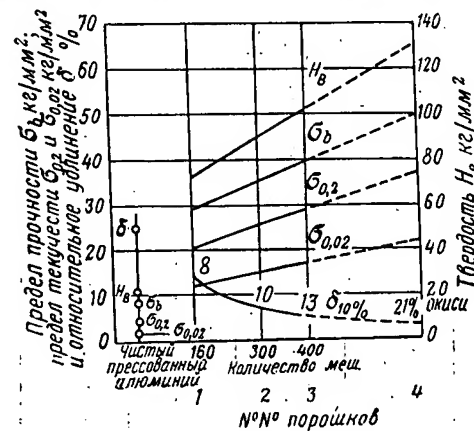
Механические свойства САП почти обратно пропорциональны размерам частиц (фиг. 3). При уменьшении частиц содержание окиси алюминия в порошке возрастает.

Фиг. 2. Алюминиевый порошок, изготовленный электролитическим способом ( $\times 100$ ).

Например, при толщине частиц 1 мм содержание окиси алюминия равно 0,0012%; при толщине частиц 1 мк оно равно 2%, а при толщине частиц 0,1 мк оно увеличивается до 20%.

13\*

Содержание окиси алюминия оказывает непосредственное влияние на механические свойства САП (фиг. 4); при содержании окиси около 21% предел прочности достигает макси-



Фиг. 3. Влияние процентного содержания окиси и величины частиц алюминиевого порошка на механические свойства САП.

№ 1—порошок с максимальными размерами частиц; № 4—с минимальными размерами частиц.

мум. При более высоком содержании окиси предел прочности падает, а твердость продолжает возрастать. Удлинение с увеличением содержания окиси постепенно снижается.

Наилучшее сочетание свойств прессованных прутков и профилей из САП достигается при содержании окиси 11—15%. Хорошая пластичность листов при прокатке получается при их изготовлении из порошка, содержащего 9—11% окиси.

Одной из наиболее ценных характеристик САП, которой не обладают термически обработанные и упрочненные нагартовкой алюминиевые сплавы, является неизменность его механических свойств после выдержки при температурах до 500° С в течение нескольких сот часов (табл. 2).

Механические свойства при комнатной и высоких температурах листа гудиния 100 толщиной 1,6 мм в продольном и поперечном направлении приведены в табл. 3.

На фиг. 5 приведены механические свойства САП и термически обработанного авионаля после 30 дней выдержки. С увеличением температуры они понижаются. При температурах от 150 до 500° С свойства САП выше свойства авионаля. Удлинение САП по мере повышения температуры заметно уменьшается.

Таблица 2  
Механические свойства листов гидрумина 100 толщиной 1,6 мм после выдержки при высоких температурах

Направление вырезки образцов	Температура в °С	Выдержка в час.	Предел прочности в кг/мм <sup>2</sup>	Предел текучести в кг/мм <sup>2</sup>	Относительное удлинение в % (l=50,8 мм)	Модуль упругости в кг/мм <sup>2</sup> · 10 <sup>3</sup>
Продольное	100	1	37,3	23,4	9	7,6
	450	1	37,1	22,9	10	7,5
	450	400	37,1	23,5	9	7,6
	500	1	36,6	21,3	8	7,6
Поперечное	100	1	39,2	23,5	8	7,6
	450	1	38,6	23,6	7	7,7
	450	400	38,6	22,0	4	7,6
	500	1	38,6	23,5	6	7,9

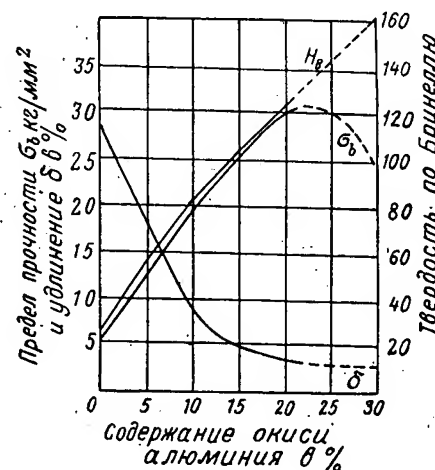
Таблица 3  
Механические свойства листов гидрумина 100 толщиной 1,6 мм  
Образцы предварительно выдерживались при температуре испытания в течение 1 часа

Направление вырезки образцов	Температура в °С	Предел прочности в кг/мм <sup>2</sup>	Предел текучести в кг/мм <sup>2</sup>	Относительное удлинение в %	Модуль упругости в кг/мм <sup>2</sup> · 10 <sup>3</sup>
Продольное	20	37,3	23,7	8	7,5
	100	30,8	19,0	7	6,6
	200	24,5	11,5	5	6,1
	300	17,3	10,2	4	4,6
	350	13,0	10,7	3	4,0
	400	11,0	8,8	1,5	3,6
	450	9,3	6,9	1,5	3,0
	500	7,5	6,1	2	2,4
Поперечное	20	38,9	25,1	6	7,5
	200	26,7	18,0	4,5	5,5
	250	23,7	13,8	3,5	5,3
	300	15,7	11,8	1	4,5
	350	13,7	10,5	3	4,5
	400	11,8	9,6	1,5	3,7
	450	9,9	8,2	2	3,3
	500	8,3	6,6	2,5	2,4

На фиг. 6 показано влияние двухлетней стабилизации на механические свойства САП и сплавов Al-Cu-Ni; Al-Cu-Mg; Al-Mg-Si при комнатной температуре. Из фигуры видно, что свойства САП при этом не изменяются, тогда как у других сплавов прочность и твердость снижаются, начиная со 100°С, а удлинение — повышается со 150°С.

На фиг. 7 представлены механические свойства САП и тех же сплавов, испытанных при температурах от 0 до 500°С. При 200°С происходит резкое снижение прочности сплавов, тогда как свойства САП при этой температуре значительно выше.

Данные о ползучести САП с содержанием ~13% окиси алюминия и сплава У, упрочненного и стабилизированного при температурах до 400°С, приведены на фиг. 8. За предел ползучести принята при этом нагрузка, при которой остаточная деформация не превышает 0,2%.

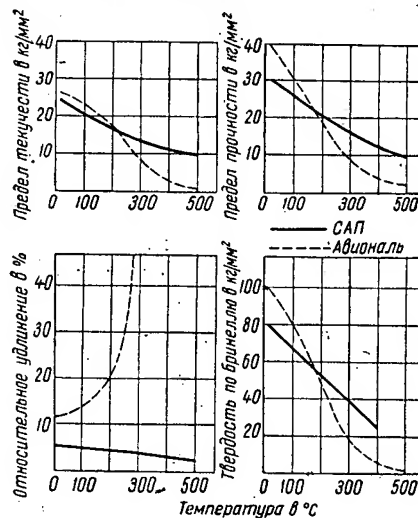


Фиг. 4. Влияние процентного содержания окиси алюминия на механические свойства САП при комнатной температуре.

Испытание круглого полированного образца из сплава У (улучшенного) при комнатной температуре и числе циклов  $100 \cdot 10^6$  показало, что он имеет предел текучести на изгиб  $14 \text{ кг/мм}^2$ , а после нагрева до 400°С — всего  $2 \text{ кг/мм}^2$ .

Данные о пределе усталости (табл. 4) свидетельствуют о том, что при температурах 300—350°С САП имеет значительные преимущества перед сплавом У.

Модуль упругости САП (табл. 5) повышается с увеличением содержания окиси алюминия.



Фиг. 5. Влияние температуры нагрева на прочностные характеристики САП и сплава авиональ (Al-Cu-Mg).

Изменение модуля упругости САП, содержащего 13% окиси алюминия, в зависимости от температуры показано в табл. 6.

Электропроводность САП достигает 70% от значения электропроводности чистого алюминия, термическая проводимость и термическое расширение — соответственно 78 и 80%.

Испытаниями образцов в морской воде и в различных средах установлено, что коррозионная стойкость САП в атмо-



Таблица 4

Пределы усталости САП и сплава У в кг/мм<sup>2</sup>

Температура в °С	При 100·10 <sup>6</sup> симметрич- ных циклов	При 2·10 <sup>6</sup> асимметрич- ных циклов	При повторных нагруз- ках (число нагрузок указано в скобках)	
	САП	САП	У	САП
20	11,8	19	24	(27000)—19
250	7,9	14	18	(20000)—14
300	7,5	12	7	(17200)—12
350	6,6	11	3	(15700)—11
400	6,3	—	—	(34500)—24,3
				(16000)—11,3
				(10000)—7,0
				(2700)—1,9

Таблица 5

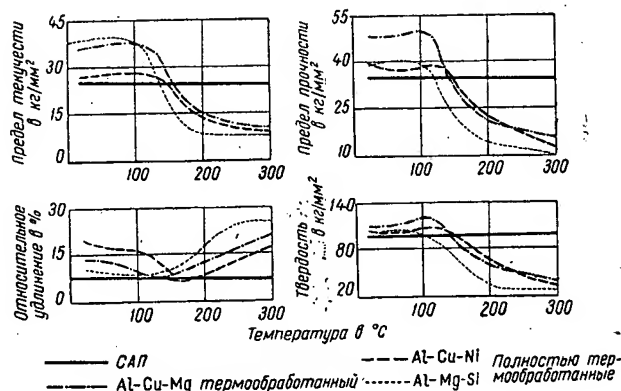
Значение модуля  
упругости САП  
в зависимости от содер-  
жания окиси алюминия

Содержание окиси алюминия в %	Модуль упругости в кг/мм <sup>2</sup>
0	6400
5	6800
10	7200
15	7500
20	8000

Таблица 6

Изменение модуля  
упругости САП,  
содержащего 13% окиси  
алюминия, в зависимости  
от температуры

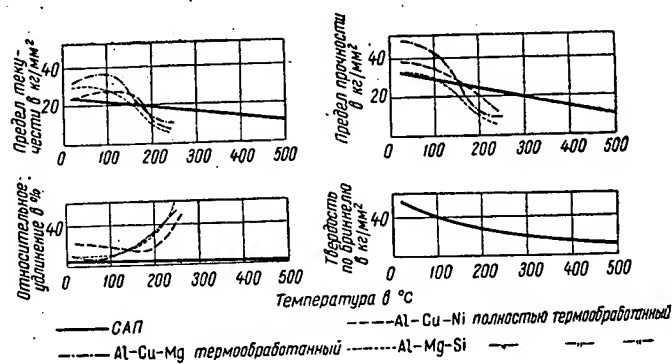
Температура в °С	Модуль упругости в кг/мм <sup>2</sup>
20	7000
100	5200
200	6300
300	5800
400	4400
500	4900



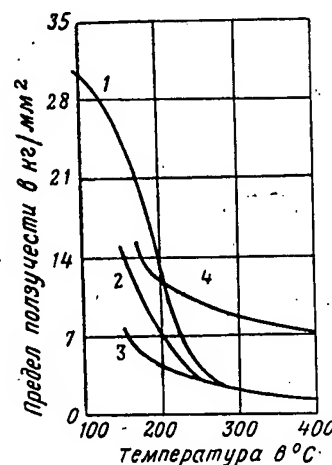
Фиг. 6. Влияние двухлетней стабилизации на механические свойства САП и сплавов Al-Cu-Ni, Al-Cu-Mg, Al-Mg-Si при комнатной температуре.

сферных условиях и в присутствии любых кислот такая же, как у алюминия с чистотой 99,5%, и что САП не склонен к коррозии под напряжением.

САП можно обрабатывать шлифованием и полированием, а также травить и анодировать по обычной для алюминиевых сплавов технологии. Анодная пленка на САП имеет серый цвет.



Фиг. 7. Механические свойства САП и сплавов Al-Cu-Ni, Al-Cu-Mg, Al-Mg-Si, испытанных при температурах от 0 до 500°С.

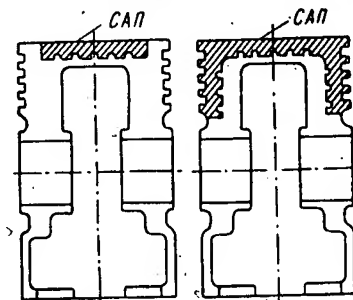


Фиг. 8. Ползучесть.

1—упрочненного сплава У при испытании в течение 200 час.; 2—того же сплава при испытании в течение 2000 час.; 3—того же сплава, стабилизированного в течение 2000 час.; 4—САП с 13% окиси при испытании в течение 720 час.

## Изготовление полуфабрикатов и деталей из САП

САП можно обрабатывать давлением при температурах 500—600°С; однако его сопротивление при этих температурах значительно выше, чем алюминиевых сплавов, и поэтому приходится применять более высокие давления. Из САП можно ковать любые детали, например компрессорные лопатки и



Фиг. 9. Дно поршня и его кольцевая зона из САП.

поршни (см. фигуру в начале статьи), по той же технологии, что и для алюминиевых сплавов. У алюминиевых поршней в подвергаемых особенно сильному нагреву местах (например, у дна, у кольцевых зон) можно делать вставки из САП (фиг. 9). При большой деформации или наличии резких переходов сечений рекомендуется использовать САП с меньшим содержанием окиси алюминия, обладающий лучшей деформируемостью. Существенным недостатком САП следует считать его склонность к налипанию на инструмент в процессе пресования.

Для изготовления листов из гидруминия 100 холодное прессование заготовок ведут под давлением 20—47 кг/мм<sup>2</sup>, после чего они имеют удельный вес  $\sim 2$  г/см<sup>3</sup>.

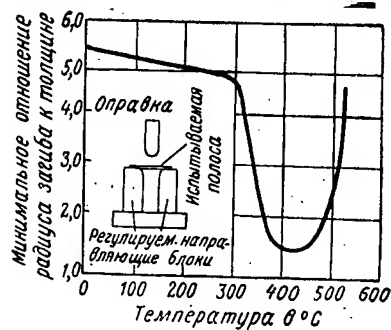
Горячее прессование ведут следующим образом: заготовку САП прессуют, как слиток из обычного алюминиевого сплава, при 500—600°С и давлении 50—100 кг/мм<sup>2</sup>; в результате ее удельный вес повышается до 2,7 г/см<sup>3</sup>, и она принимает удобную для прокатки форму полосы размером 250×58 мм. После разрезки полосы ее прокатывают в поперечном направлении при 350—500°С с обжатием 10—20% за проход.

Горячую прокатку рекомендуется проводить до толщины, вдвое большей, чем толщина готового листа, а до окончательного размера листы доводить холодной прокаткой. Минимальные отношения радиуса загиба к толщине листов гидруминия 100 при различных температурах приведены на фиг. 10. Как видно из этой фигуры, оптимальная температура гибки листового САП равна 400—450°С; та же температура является оптимальной и для других операций горячей обработки давлением.

Листовая штамповка гидруминия 100 обычным методом затруднительна. Хорошие результаты дает штамповка на прессе или падающем молоте с пуансоном из свинцового сплава или какого-либо другого мягкого металла. Радиус закругления заготовки при штамповке по этому методу должен быть не меньше шестикратной толщины листа.

Полуфабрикаты из САП удовлетворительно обрабатываются резанием. Применяемые в этом случае скорости резания соответствуют скоростям резания для состаренных алюминиевых сплавов; при чистой обработке они достигают 200—500 м/мин при углах резания 60—70°.

Листы гидруминия 100 можно клепать обычным способом стандартными заклепками из алюминиевых сплавов. Если необходимо повысить сопротивление коррозии или предупредить ухудшение свойств при высоких температурах, то заклепки следует изготовлять из пресованного прутка гидруминия 100 с таким же содержанием окиси (10%), как в листе. Однако для повышения способности к деформации можно применять материал с немного меньшим содержанием окиси.



Фиг. 10. Минимальное отношение радиуса загиба к толщине листов гидруминия 100 (при толщине листа 1,6 мм) в условиях разных температур.

Выдержка 10 мин.

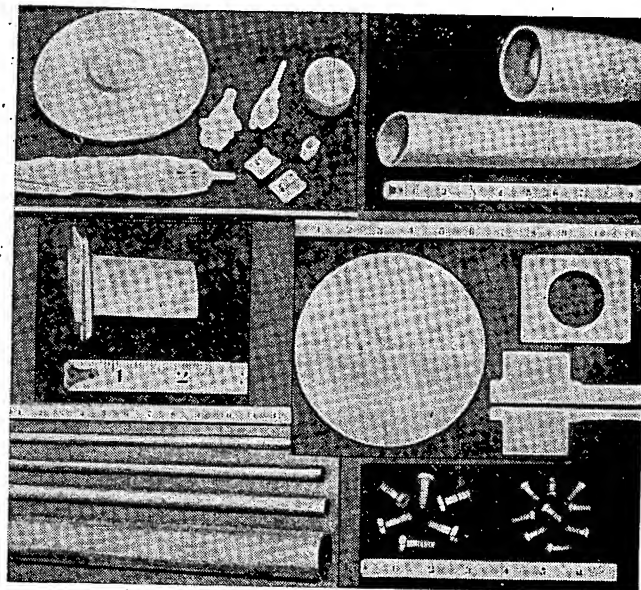
Для клепки лучше использовать специальный, хорошо деформируемый САП. Клепку в горячем состоянии следует вести при 400—450°С. При комнатной температуре место клепки будет иметь прочность на срез от 14 до 16 кг/мм<sup>2</sup>, при 400°—5 кг/мм<sup>2</sup>, в то время как прочность на срез сплавов Al-Mg-Si и Al-Cu-Mg при 400°—1,5—2,5 кг/мм<sup>2</sup>.

САП не сваривается ни автогенной, ни дуговой сваркой. Его можно соединить только контактной сваркой. Технология контактной сварки гидруминия 100 почти такая же, как алюминиевых сплавов. Единственным отличием является то, что скорость подачи вначале должна быть ниже, а увеличивать ее надо быстрее.

Достигнуты некоторые успехи в области пайки САП мягкими припоями, содержащими очень высокий процент олова. Но поскольку такие припои плавятся при 300°С, гидруминий 100, предназначенный для деталей, работающих при довольно высоких температурах, паять этим способом нельзя.

### Применение САП

САП дороже прутков или катаных полуфабрикатов из алюминиевых сплавов. Из САП изготавливаются листы, прутки, профили, трубы, поковки и штамповки. Наиболее важными свойствами САП являются малый удельный вес, высокая



Фиг. 11. Детали и полуфабрикаты из САП.

жаропрочность, высокая стойкость после нагрева до 500°С, хорошая теплопроводность, незначительное термическое расширение, хорошая электропроводность, высокая коррозионная стойкость.

Высокая теплостойкость делает возможным применение САП для деталей самолетов и двигателей, работающих при температурах выше 350°С, например для компрессорных лопаток, поршней, уплотнительных колец для газовых турбин и др.

Листы из САП представляют большой интерес для сверхзвуковых реактивных самолетов в качестве материала для их обшивки. Последняя должна выдерживать нагрев до температуры 250°С и более, при которой обычные алюминиевые сплавы уже непригодны.

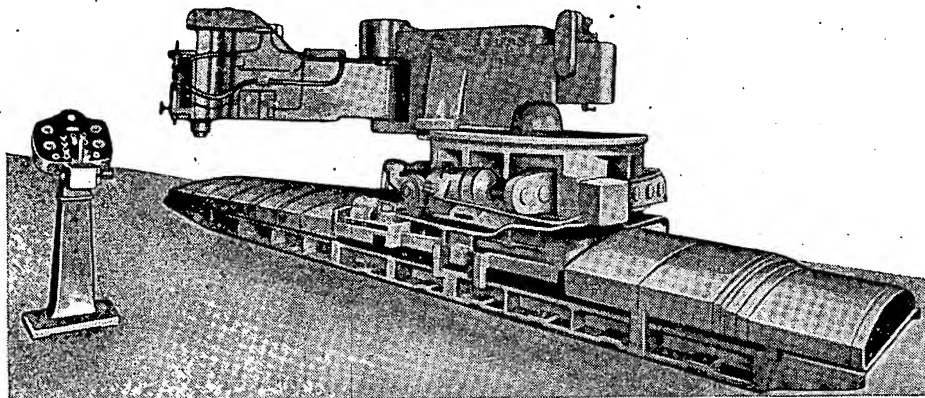
На фиг. 11 показаны детали и полуфабрикаты, изготовленные из САП в опытно-промышленном порядке.

Применение деталей из САП выдвигает алюминий в число теплостойких до 500°С материалов. Таким образом, алюминий проникает в области, еще недавно считавшиеся для него недоступными.

В. А. Оноприенко

Источники: «Metall», 1955, № 19/20, Okt.; «Metallkunde», 1955, Bd. 46, № 1, S. 809; «Metal treatment and Drop Forging», 1955, v. XXII, № 127, Juni; «Metal Industry», 1954, v. 85, № 9; «Metallurgia», 1952, v. 46, № 275, p. 125—133; 1955, v. 47, № 279; «Sheet Metal Industries», 1955, v. 32, № 344, p. 889—898; «Iron Age», 1955, v. 175, № 17, p. 104—106; «Revue de Metallurgie», 1954, № 4; «Métaux corrosion — industries», 1952, № 332; «Aluminium», 1954, № 4, S. 250—259; «Aeronautical Engineering Review», 1956, v. 15, № 1, p. 40—48; «Materials and Methods», 1954 № 4, v. 43, p. 1106—1111.

## Новые быстроходные радиально-фрезерные станки для обработки легких сплавов



Радиально-фрезерный станок мод. 410 фирмы Экстром и Карлсон.

До второй мировой войны в заготовительно-штамповочных цехах самолетостроительных заводов широкое распространение получили радиально-фрезерные станки фирм Норт Америкен Авиэйшн, Онсруд, Машин, Вадкин и др.

Эти станки, являясь промежуточными между деревообрабатывающими и металлорежущими, предназначались для раскроя листов из алюминиевых сплавов. Иногда их комбинировали с радиально-сверлильными станками, что было особенно удобно при изготовлении плоских деталей с многочисленными направляющими и сборочными отверстиями.

Детали на таких станках фрезеруют по ШФ (шаблону для фрезерования) вручную, что требует от оператора немалых затрат физической энергии. В качестве двигателей фрезерной головки служат быстроходная пневмоторбинка или высокочастотный электродвигатель. Они обеспечивают высокую скорость вращения шпинделя (22—24 тыс. об/мин), но имеют небольшую мощность (2 л. с.).

Подача фрезерной головки от руки и сравнительно малая мощность двигателя, естественно, ограничивают толщину пакета материала до 8—10 мм, а скорость подачи — до 0,4—0,5 м/мин. В то же время простота конструкции и дешевизна станков, удобство и незначительная стоимость ШФ, обычно изготавливаемых из фанеры, в сочетании с легкостью фрезерования сложных контуров делают эти станки удобным и экономичным оборудованием.

За последнее десятилетие перед производителями возникали новые проблемы в области фрезерования. Появление монолитных деталей, а также стремление повысить производительность при раскрое за счет увеличения толщины пакета листов привело к созданию новых моделей фрезерных станков. На них детали также фрезеруют по шаблону. Однако рост толщины обрабатываемого материала вызвал увеличение мощности привода, что в свою очередь потребовало большей прочности и жесткости конструкции станка и применения в некоторых случаях силового привода подачи. Кроме того, наблюдается тенденция к раздельному креплению фрезеруемых деталей и шаблонов, особенно на станках тяжелого типа.

Такое крепление имеет следующие преимущества:

- а) шаблон устанавливается один раз для обработки всей партии деталей;
- б) шаблон может иметь те же размеры, что и деталь; это позволяет вести фрезерование по ШРД;
- в) возможно применение фрез и копирных роликов любых диаметров;
- г) исключается возможность повреждения фрезы и шаблона при их соприкосновении;
- д) изгибающий момент от усилий резания становится меньше, так как длина фрезы сокращается за счет изъятия опорного копирного ролика.

Однако, на наш взгляд, указанное размещение детали и шаблона имеет следующие недостатки: усложняется конструкция станка, так как необходимо иметь отдельный стол или портал для крепления шаблона; затрудняется точная установка детали относительно шаблона; рассредоточивается внимание оператора, так как ему приходится смотреть и вверх (следить, чтобы копировальный ролик все время был в контакте с шаблоном), и вниз (для наблюдения за фрезой).

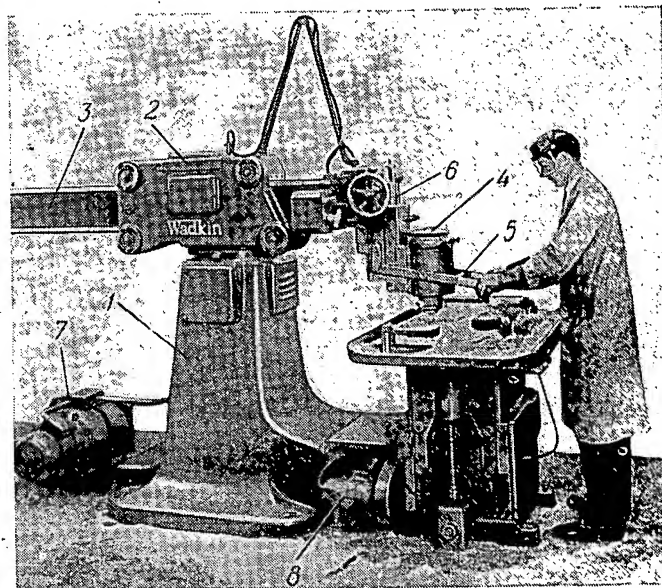
В отличие от станков, у которых ШФ размещается на отдельном столе, расположенном параллельно рабочему, в настоящее время его стремятся установить непосредственно над деталью, на портале, находящемся над столом. Это позволяет сократить площадь, занимаемую станком, почти вдвое, упростить его конструкцию и

добиться большей точности фрезерования за счет помещения копирного гальца непосредственно над фрезой.

Ниже приведены описания некоторых новых быстроходных радиально-фрезерных станков, применяемых за рубежом как для раскроя листовых деталей, так и для фрезерования по контуру и толщине монолитных деталей (в том числе и монолитных панелей).

### Радиально-фрезерные станки с ручной подачей

Радиально-фрезерный станок с выдвижным хоботом мод. LYR (фиг. 1) фирмы Вадкин (Англия) предназначается для фрезерования легких сплавов. На нем можно раскраивать детали из пакета листов или плиты толщиной до 22 мм (с подачей до 1,83 м/мин), а также выполнять чистовое фре-



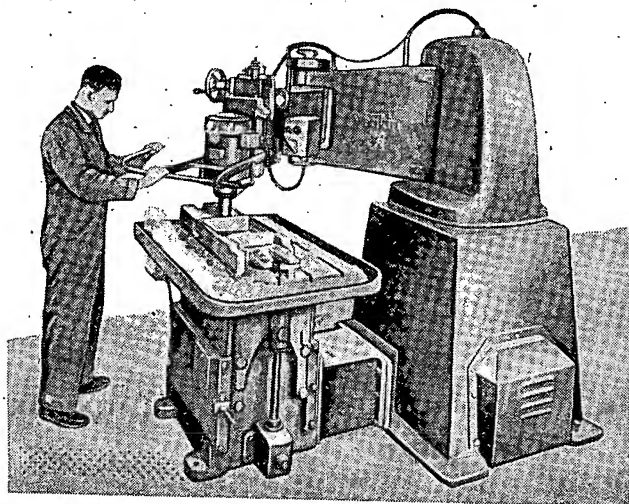
Фиг. 1. Радиально-фрезерный станок фирмы Вадкин мод. LYR. 1—постамент; 2—поворотная направляющая хобота; 3—хобот; 4—фрезерная головка; 5—рукоятка вертикального перемещения фрезерной головки; 6—суппорт; 7—высокочастотный преобразователь; 8—привод перемещения стола.



зерование по контуру литых или выпиленных начерно на ленточной пиле деталей толщиной до 63 мм.

Станина станка имеет вид массивного литого постамент, в котором на двух подшипниках установлена вертикальная ось; к ее верхнему концу прикреплен поворотный направляющая 2 хобота коробчатой формы. Выдвижной хобот 3 отлитый из алюминиевого сплава, может поворачиваться по окружности с наибольшим радиусом 1635 мм и наименьшим — 739 мм. Сверху и снизу к нему крепятся стальные закаленные направляющие полукруглого и прямоугольного сечения, которыми он опирается на восемь шарикоподшипниковых опор (цилиндрической и полусферической формы), расположенных по углам поворотной направляющей; семь из них смонтированы на эксцентриках, что позволяет регулировать положение хобота и выбирать люфт. Фрезерная головка 4 установлена на салазках, которые за сдвоенную рукоятку можно передвигать вертикально по направляющим суппорта 6. Перед началом работы она фиксируется пружинным ловителем, входящим в отверстия на суппорте, что позволяет опускать фрезу сразу на заданную глубину и быстро отводить ее. Установочное перемещение суппорта по вертикали производится с помощью маховичка со шкалой (за один его оборот на 3,2 мм).

Двигатель — двускоростной, высокочастотный, мощностью 5 или 3,5 л. с. соответственно при 18 000 или 12 000 об/мин, питается от высокочастотного преобразователя 7, установленного позади станка. Стол станка размерами 1058×610 мм



Фиг. 2. Радиально-фрезерный станок фирмы Вадкин с шарнирным хоботом.

пристыковывается к постаменту, для чего в последнем предусмотрены посадочные гнезда. Высота стола регулируется (в пределах 280 мм) до 880 мм от уровня пола вручную, рукояткой или механическим приводом 8. На его поверхности имеются четыре Т-образных паза для крепления деталей. Так как высоту стола можно изменять, на станке фрезеруют не только плоскостные, но и объемные детали.

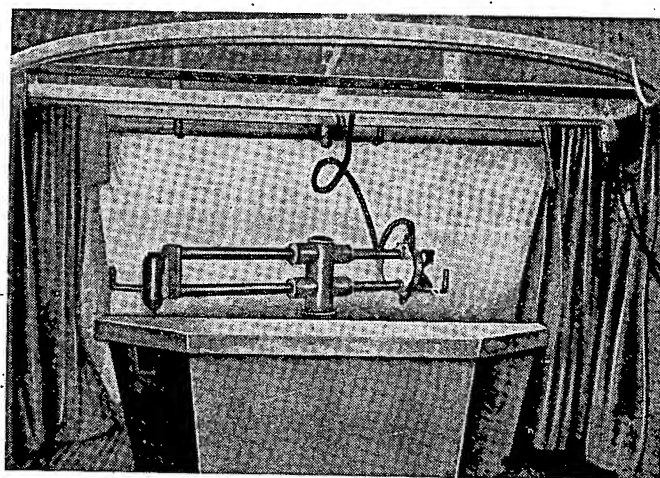
Примером более мощного станка такого же назначения служит радиально-фрезерный станок с шарнирным ломающимся хоботом (фиг. 2), выпущенный фирмой Вадкин в 1955 г.

Хобот станка двухколенный, шарнирно связан с жесткой С-образной станиной, расположенной на массивном постаменте, в котором размещен высокочастотный преобразователь.

Колена хобота очень жесткой конструкции, имеют большой вылет шарнирных петель и регулируемые шаровые опоры, позволяющие выбирать люфты в шарнирах.

Станок оборудован двускоростной фрезерной головкой с высокочастотным двигателем мощностью 10 л. с.; скорость шпинделя — 18 000 или 12 000 об/мин, что обеспечивает съем металла со скоростью до 300 см<sup>3</sup>/мин.

Эксперименты показали, что этот станок обеспечивает большую точность обработки по глубине, чем станки с выдвижным хоботом; поэтому фирма рекомендует применять его для чистовой обработки.



Фиг. 3. Радиально-фрезерно-сверлильный станок фирмы Дуглас.

Примером комбинированного радиально-сверлильно-фрезерного станка с выдвижным хоботом может служить станок фирмы Дуглас (фиг. 3).

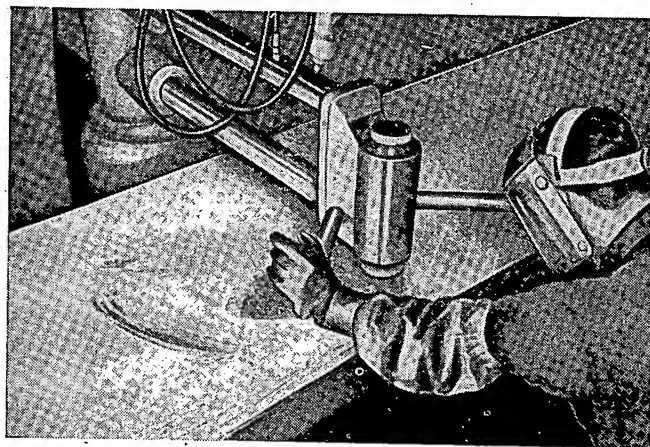
Хобот состоит из двух штанг, находящихся на расстоянии, достаточном для обеспечения необходимой жесткости. На его противоположных концах жестко укреплены фрезерная и позиционная сверлильная головки. Штанги хобота легко перемещаются во втулках колонны в радиальном направлении по линейным шаровым опорам. Сама колонна может легко поворачиваться в горизонтальной плоскости (вручную, за рукоятки любой из головок).

Вертикальное перемещение колонны, а тем самым подача и отвод сверла или фрезы производится гидравлическим механизмом. Ход по вертикали, равный 152 мм, регулируется бесступенчато с точностью 0,05 мм. Благодаря жесткости всей системы отклонения от параллельности обработки на длине 3050 мм не превышают 0,05 мм.

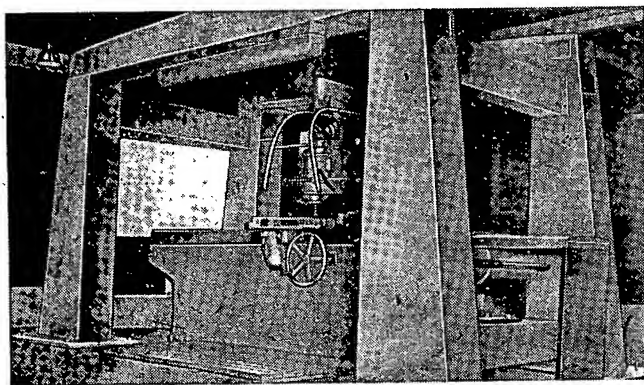
Фрезерная головка (фиг. 4) имеет высокочастотный двигатель мощностью 7,5 л. с., развивающий до 21 500 об/мин. Он питается от высокочастотного преобразователя мощностью 10 квт, подающего ток напряжением 220 в с частотой 360 гц.

Обращает на себя внимание компактность двигателя, который при мощности 7,5 л. с. имеет габаритные размеры обычного высокочастотного двигателя мощностью 3 л. с.

В горизонтальной плоскости фрезерную головку перемещают вручную, за две расположенные по диагонали рукоятки. Кнопка на одной из них управляет гидросистемой вертикального перемещения колонны, а кнопка на второй — пуском двигателя фрезерной головки.



Фиг. 4. Фрезерная головка станка фирмы Дуглас.



Фиг. 5. Радиально-фрезерный станок фирмы Вадкин с верхним расположением шаблона.

Сверлильная головка пятипозиционная, револьверного типа. В каждой позиции установлена пневмотурбинка с насадкой. Последняя служит для размещения кондукторной втулки и для прижима ШС к пакету листов. В четырех насадках запрессованы втулки под сверла наиболее ходовых размеров. Пятуго оставляют свободной для сменных переходных втулок под сверла могущих потребоваться размеров. В горизонтальной плоскости головка перемещается за две рукоятки, на которых имеются кнопки управления, аналогичные по назначению кнопкам на рукоятках фрезерной головки. При опускании хобота вниз насадка создает давление на шаблон и пакет листов величиной 68,5 кг, что препятствует попаданию стружки между листами и уменьшает заусенцы.

Стол сварной жесткой конструкции, имеет крышку трапециевидальной формы из толстой фанеры. В нем размещены насосная станция и высокочастотный преобразователь.

Пол вокруг стола решетчатый, и образовавшаяся при фрезеровании стружка проваливается сквозь него в приямок, откуда она подается в бункер. Станок огражден прозрачным занавесом из нейлона или люмита.

Во всех описанных станках фрезерование осуществляется по ШФ, закрепляемому на пакете заготовок или на детали. В число станков с раздельным размещением деталей и ШФ, который крепится на портале, расположенном над столом, входит экспериментальный радиально-фрезерный станок, выпущенный фирмой Вадкин. Он состоит из двух основных агрегатов: собственно станка и стола с порталом.

По конструкции станок (фиг. 5) подобен станку мод. LYR, но отличается тем, что на передней верхней части хобота, над фрезерной головкой, смонтирован кронштейн с выдвижным копирным пальцем. Ось последнего совпадает с осью фрезы. Палец установлен на небольшом плунжере и может перемещаться вместе с ним по вертикали при нажиме на рычаг первой рукоятки, связанной с плунжером боуденовым тросом. На палец можно надевать сменные втулки, позволяющие вести фрезерование на разную глубину. Рычаг второй рукоятки управляет пневмоприжимом, запирающим хобот в поворотной головке, что препятствует его перемещению в радиальном направлении. Это требуется тогда, когда фрезерование должно выполняться одним поворотом хобота.

Вначале этот станок был оборудован двигателем мощностью 5 л. с., но затем (чтобы обеспечить обработку более толстых деталей) был установлен двигатель мощностью 10 л. с. Это позволило почти вдвое увеличить объем снимаемой стружки. О производительности станка можно судить по соотношению между глубиной резания и подачей при фрезеровании дуралюмина толщиной 25 мм:

Глубина резания в мм	9,5	12,7	15,3
Величина подачи в мм/мин	1925	1400	1220

Отличительной чертой станка является массивный стол, над которым располагается портал, установленный на четырех массивных колоннах, тупоугольно связанных поперечными перекладками.

Колонны портала и постамент станка связаны с основанием стола, что обеспечивает жесткость всей системы и неизменность взаимного расположения стола и шаблондержателя. Верхняя плита стола, служащая для закрепления фрезеруемых деталей, может двигаться вдоль по направляющим основания стола через зубчатоременную передачу от маховика, расположенного на боковой стенке основания.

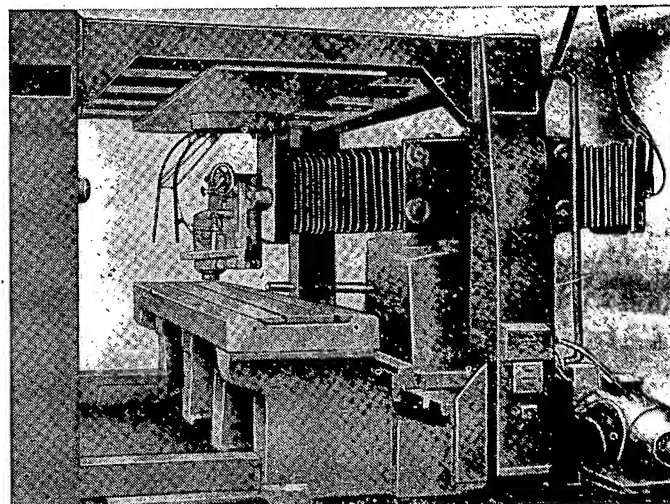
Над столом на портале находится шаблондержатель, являющийся зеркальным отображением стола. И в столе, и в шаблондержателе имеются крепежные отверстия диаметром 12,7 мм, размещенные на расстоянии 203×203 мм друг от друга и служащие для фиксации и крепления деталей и шаблонов. Площади стола и шаблондержателя одинаковы (3048×762 мм).

Перемещением стола пользуются главным образом для специальных целей, например при фрезеровании углублений или отверстий облегчения одинаковой формы. Для этого на шаблондержателе устанавливается шаблон межреберного пространства, а на передней кромке стола — шаговый шаблон с фиксаторными втулками, в которые входит пружинный ловитель, смонтированный в специальном кронштейне, закрепленном на основании стола.

Поворотом хобота охватывается площадь 1524×762 мм. Стол имеет размеры 3048×762 мм, поэтому его рабочая площадь полностью не используется. Во избежание этого необходимо стол и шаблондержатель одновременно перемещать в рабочую зону хобота, что весьма затруднительно, или же сделать их неподвижными и передвигать вдоль стола станок.

Подобный станок, предназначенный для обработки длинных деталей, был выпущен фирмой Вадкин (мод. LYR-3, фиг. 6) и экспонировался на Международной выставке оборудования в Лондоне в 1956 г. По конструкции он напоминает предыдущий, но отличается тем, что параллельно столу установлены направляющие, по которым с помощью механического привода может перемещаться постамент станка. Это позволяет за одну установку фрезеровать деталь размером 3660×760 мм.

Станок снабжен фрезерной головкой с двигателем 12,5 л. с. при 18000 об/мин. Ее вертикальное перемещение производится так же, как у станков мод. LYR. Глубина фрезерования устанавливается глубинным упором с индикатором и шестипозиционным револьверным упором. На ступенчатый копирный палец можно надеть сразу две втулки — для чернового и чистового фрезерования. Рычаг, управляющий пальцем, трехпозиционный, обеспечивает черновое и чистовое фрезерование, а также вывод пальца из зацепления с шаблоном. Хобот защищен от запыления гофрированным кожухом. Предусмотрена возможность стыковки двух станков по торцам, что позволит обрабатывать детали длиной до 7320 мм.



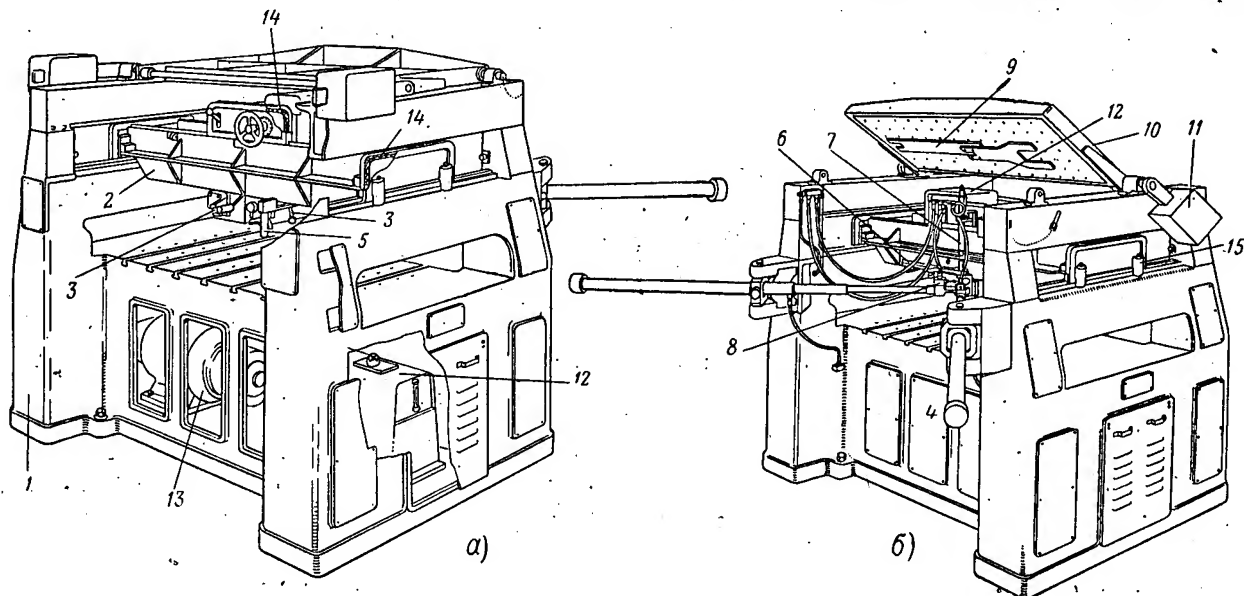
Фиг. 6. Радиально-фрезерный станок фирмы Вадкин мод. LYR-3.



### Фрезерные станки с сервомеханизмами подачи

В последние годы много делалось для того, чтобы разгрузить оператора, работающего на радиально-фрезерных станках, от подачи фрезерной головки вручную. В результате были созданы фрезерные станки, у которых фрезерная головка обводится вокруг ШФ вручную, но усилие подачи создается сервомеханизмом.

каретка перемещается в горизонтальной плоскости, а нижние поверхности сделаны строго параллельными верхним и служат для восприятия вертикальных нагрузок от четырех роликовых опор каретки. Тележка перемещается по направляющим боковых стенок станины на гусеничном ходу, образованном бесконечной втулочно-роликовой цепью 14 с шагом 19 мм и шириной звена 11 мм, которая оградена, за исключением места контакта с рельсом. Войлочные щетки все время очи-



Фиг. 7. Портально-фрезерный станок фирмы Виккерс-Армстронг.

а—вид спереди; б—вид сзади.

1—станина; 2—тележка; 3—каретка с фрезерной головкой; 4—гидроцилиндры; 5—рукоятка управления; 6—система рычагов; 7—стержень; 8—следящие золотники; 9—ШФ; 10—шаблондержатель; 11—противовесы; 12—насосная станция; 13—высокочастотный преобразователь; 14—бесконечная втулочно-роликовая цепь; 15—ролики.

Одним из первых станков этого типа явился портално-фрезерный станок с верхним размещением копира и сервомеханизмом подачи (фиг. 7), спроектированный фирмой Виккерс-Армстронг (Англия) и изготовленный в 1955 г. фирмой Джон Сач анд Санз (Англия). Станок состоит из станины 1, по боковым стойкам которой перемещается тележка 2. В свою очередь, по ней вправо и влево может двигаться каретка 3, несущая салазки с фрезерной головкой. Тележка и каретка передвигаются с помощью двух поворотных гидроцилиндров 4, установленных в вилчатых кронштейнах станины. Шток гидроцилиндров шарнирно связаны с кареткой. Фрезерная головка перемещается за рукоятку 5, связанную системой рычагов 6 со стержнем 7 копирного пальца и через него — со следящими золотниками 8 гидроцилиндров.

Фрезерование ведется по ШФ 9, закрепляемому на поворотном шаблондержателе 10, расположенном над столом и уравновешенном противовесом 11. Под столом, в станине, размещены насосная станция 12, питающая гидросистему сервоустройства, и высокочастотный преобразователь 13.

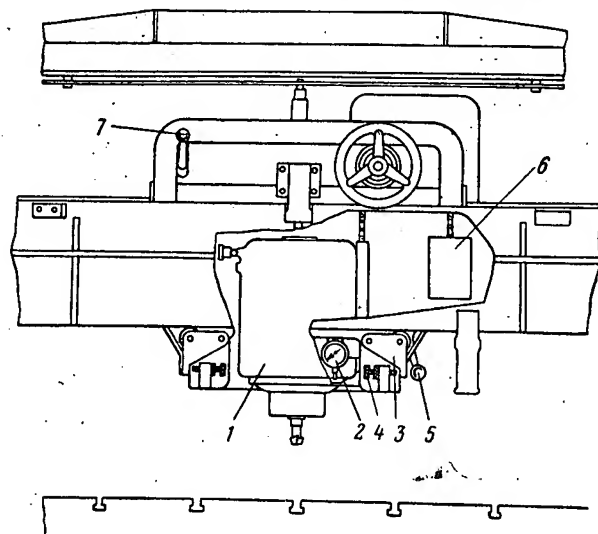
Станина литая, с массивными боковыми стойками. В верхних окнах стоек установлены направляющие для перемещения тележки, а на верхних перекладинах — шаблондержатель. В тыльной части станины, несколько выше стола, прикреплены два массивных вилчатых кронштейна гидроцилиндров. Стол имеет Т-образные пазы с шагом 203 мм и отверстия с резьбой  $1/2"$  и шагом 203×203 мм, предназначенные для крепления детали.

Шаблондержатель выполнен в виде жесткой плиты с ребрами, имеющей крепежные отверстия с резьбой  $1/2"$  и шагом 203×203 мм. Шаблондержатель для удобства установки шаблона сделан откидным (фиг. 7, б).

Тележка состоит из пары балок с ребрами (изготовленных из стальных плит толщиной 15 мм), скрепленных болтами с торцовыми плитами. Верхние поверхности балок тщательно обработаны и образуют фельс шириной 11 мм, по которому

шают рельсы от грязи. Четыре боковых ролика 15 воспринимают боковые усилия и имеют регулировку для выборки люфта.

Каретка (фиг. 8) имеет корпус, сваренный из стальных плит толщиной 15 мм. В ней размещена фрезерная головка



Фиг. 8. Схема каретки портално-фрезерного станка.

1—фрезерная головка; 2—индикаторное устройство; 3—роликовые опоры; 4—винты; 5—рукоятка; 6—противовес фрезерной головки; 7—рукоятка управления копирным пальцем.

с высокочастотным двигателем мощностью 12,5 л. с. при 18 000 об/мин (вторая скорость — 12 000 об/мин).

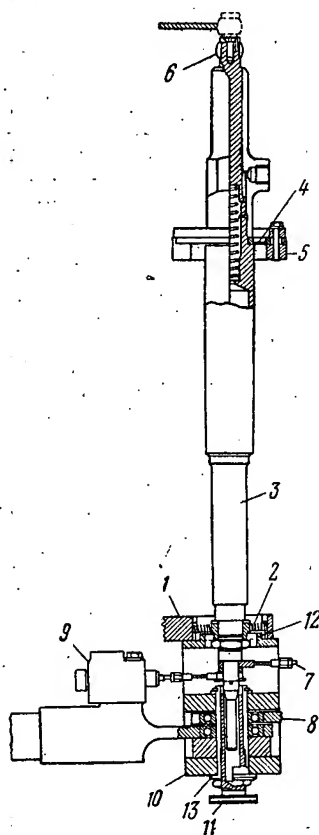
Фрезерная головка 1 смонтирована на салазках, перемещаемых по вертикали вращением маховика со шкалой с ценной деления 0,025 мм. Индикаторное устройство 2 позволяет с большой точностью выдерживать заданную глубину при фрезеровании. Головка уравновешена противовесом 6 и может быть заперта на любой высоте рукояткой 5. Вертикальная нагрузка воспринимается четырьмя роликовыми опорами 3, опирающимися на нижние поверхности балок тележки. Люфты выбираются с помощью винтов 4.

Горизонтальный люфт каретки (вперед и назад) выбирается четырьмя роликовыми опорами, смонтированными в горизонтальной плоскости и опирающимися на обработанные внутренние поверхности балок тележки.

Каретка перемещается на гусеничном ходу по рельсам тележки. При этом силы инерции и трения незначительны, что позволяет передвигать каретку с тележкой в любом направлении с начальным усилием 4,5 кг и последующим 2,3 кг. Перемещение каретки осуществляется двумя гидроцилиндрами, штоки которых сходятся в одной точке вильчатого кронштейна, установленного на ее тыльной стороне. Их соединение (фиг. 9) выполнено следующим образом: шток каждого цилиндра заканчивается серьгой 8, в отверстие которой запрессован шарикоподшипник. Серьги обоих штоков смонтированы на пустотелой оси 13, закрепленной в вильчатом кронштейне.

На концах штоков установлены следящие золотники 9, управляющие поступлением масла в заднюю полость цилиндра. Площадь поперечного сечения поршня со стороны штока вдвое меньше всей площади поршня. В переднюю полость цилиндра, с поршнем меньшей площади, масло поступает непрерывно под полным давлением, а в заднюю полость — через следящие золотники на конце штока. Если золотник соединяет заднюю полость с цепью, то шток, вследствие разности площадей поршня в задней и передней полости, перемещается вперед; если же он соединяет заднюю полость со сливом, то давление в передней полости достаточно для перемещения штока назад.

Золотники через регулируемые тяги 7 связаны со стержнем 3 следящего устройства; стержень же соединен с кольцевым кронштейном 5, установленным на верхней части каретки, с помощью гибкой связи 4, что позволяет штоку отклоняться в любом направлении. Верхняя часть стержня представляет собой небольшой гидроцилиндр; в нем перемещается плунжер, на конце которого можно установить копирующий ролик 6 нужного диаметра. Плунжер опускается с помощью гидравлики, а поднимается — пружиной. Такое устройство позволяет отводить копирующий ролик вниз от шаблона при переходах через перемены шаблона.



Фиг. 9. Соединение штоков с вильчатым кронштейном (следящее устройство).

1—рычаг управления; 2—пружина; 3—стержень следящего устройства; 4—гибкая связь; 5—кольцевой кронштейн; 6—копирный ролик; 7—регулируемая тяга; 8—серьга штока; 9—следящий золотник; 10—вильчатый кронштейн каретки; 11—опорная втулка; 12—кольцевой буртик; 13—пустотелая ось.

Вертикальным перемещением копирного ролика управляют рукояткой 7 (см. фиг. 8), приводящей в действие микровыключатель, замыкающий цепь управления соленоидом золотника, который регулирует поступление масла в полость цилиндра.

Рукоятка управления связана со стержнем рычагами. На конце рычага 1 (см. фиг. 9) имеется отверстие, сквозь которое проходит с некоторым зазором стержень следящего устройства. Этот рычаг связан со стержнем четырьмя пружинами 2, установленными под углом 90° друг к другу. Для предохранения стержня следящего устройства от непосредственного нажима рычага в верхней части вильчатого кронштейна 10 сделан кольцевой буртик 12, входящий в кольцевой зазор между рычагом и стержнем. Таким образом, перемещение рычага ограничено кольцевым зазором между стенками отверстия рычага и буртиком. Поэтому стержень 3 может отклоняться лишь под воздействием пружин 2; это отклонение не зависит от величины усилия, прилагаемого к рукоятке управления. Пружины тарированы так, что наибольшая нагрузка на стержень следящего устройства (а следовательно, и на шаблон) не превышает 3,5—4 кг. Снизу стержень оканчивается коническим запяточником, входящим во втулку 11, ввинчиваемую в пустотелую ось 13 вильчатого кронштейна. Ввинчивая или вывинчивая ее, можно регулировать кольцевой зазор вокруг стержня и тем самым — величину радиального перемещения стержня. Это в свою очередь позволяет регулировать скорость прохождения жидкости через следящие золотники, а следовательно, и скорость перемещения каретки в довольно широких пределах — от 127 до 1270 мм/мин.

Насосная станция состоит из насоса (подающего жидкость под давлением 17,5 кг/см<sup>2</sup>), приводимого от двигателя мощностью 0,5 л. с., и маслобака, образующих один узел. Давление в сети устанавливается предохранительно-разрывочным клапаном и составляет 14 кг/см<sup>2</sup>.

Станок управляется следующим образом. Оператор слегка сжимает рукоятку управления. При этом рычажок в рукоятке замыкает микровыключатель соленоида входного золотника, и жидкость под давлением начинает поступать в сеть. Затем рукоятку начинают перемещать в нужную сторону, причем система рычагов давит на пружины, которые отклоняют стержень следящего устройства в том же направлении, что и рукоятку. Соединительные тяги воздействуют на золотники; это вызывает передвижение штоков гидроцилиндров, а следовательно, и каретки с фрезерной головкой. Как только копирующий ролик войдет в соприкосновение с шаблоном, стержень следящего устройства займет центральное положение и установит следящие золотники в нейтральную позицию, что помешает поступлению масла в гидроцилиндры. В результате каретка не сможет дальше перемещаться в данном направлении.

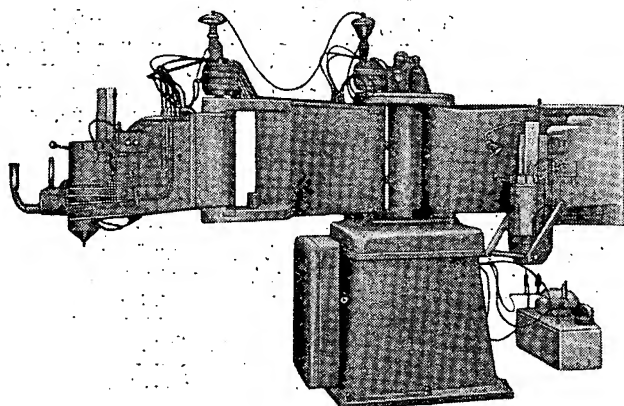
Затем оператор начинает обводить фрезерную головку вдоль контура шаблона, следя за тем, чтобы копирующий ролик не отрывался от него. Если опустить рукоятку управления, каретка немедленно остановится. Это вызывается тем, что рычажок освобождает микровыключатель, управляющий соленоидом входного золотника, и тот возвращается в нейтральное положение, запирая масло в гидроцилиндрах.

Фирма Онсруд Машин (США) демонстрировала на выставке оборудования 1955 г. в Чикаго свой первый радиально-фрезерно-сверлильный станок с сервоуправлением (фиг. 10). В шарнирах двухколенного хобота станка установлены гидродвигатели, соединенные с осями шарниров и управляемые клапанами, которые в свою очередь связаны с рогами рукояткой, расположенной перед фрезерной головкой мощностью 8 л. с.

Вертикальный ход головки 152 мм. При нажиме рукой на рукоятку колена хобота поворачиваются, и головка передвигается в направлении действия прилагаемого усилия. Хобот и головка перемещаются с помощью гидродвигателей, что позволяет фрезеровать легкие сплавы толщиной более 16 мм с небольшим усилием со стороны оператора, так как он управляет только клапанами гидродвигателей. Будучи отпущенной, рукоятка возвращается в нейтральное положение, и подача прекращается. Фрезерование на этом станке производится по ШФ, фрезерную головку обводят вокруг ШФ, прижимая копирующую втулку к шаблону.

Сверильный агрегат этого станка имеет обычную конструкцию.

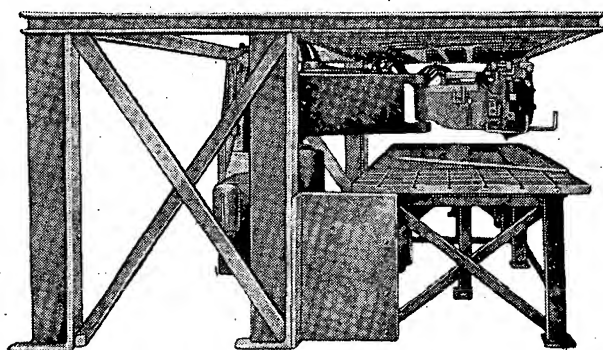
Другая американская фирма (Экстрон и Карлсон) выпустила в 1956 г. два станка — мод. 480 и 484. Они относятся к ра-



Фиг. 10. Радиально-фрезерно-сверлильный станок фирмы Онсруд Машин.

диально-фрезерным станкам с шарнирным хоботом, с сервоуправлением подачи фрезерной головки и верхним расположением шаблона (фиг. 11).

Обе модели по конструкции однотипны. Они оборудованы фрезерными головками с высокочастотными двигателями, обеспечивающими наибольшую скорость шпинделя 14 000 об/мин и наименьшую — 3600 об/мин. Станок большего размера — мод. 480 — имеет хобот длиной 3048 мм и стол площадью 1524×3048 мм. Длина хобота станка мод. 484 — 1524 мм, площадь стола 762×1524 мм.



Фиг. 11. Радиально-фрезерный станок мод. 484 фирмы Экстрем и Карлсон.

Станки могут быть оборудованы массивным порталом консольного типа, служащим для размещения ШФ. Достоинством его по сравнению с порталом станка фирмы Вадкин является отсутствие опор в рабочей зоне. Обе модели имеют копирующий палец, установленный соосно с фрезой и выдвигающийся гидравлически, и стол с Т-образными пазами для закрепления детали.

Станки предназначаются в основном для фрезерования монолитных деталей по контуру и по глубине.

#### Радиально-фрезерные станки с дистанционным управлением

Имеются радиально-фрезерные станки, у которых фрезерная головка перемещается от силового привода, а управление ее движением — дистанционное. К ним относится станок мод. Н-121 фирмы Экстрем и Карлсон (фиг. 12). Конструкция его обычна для радиально-фрезерных станков с шарнирным ломающимся хоботом. Фрезерование ведется по накладным ШФ.

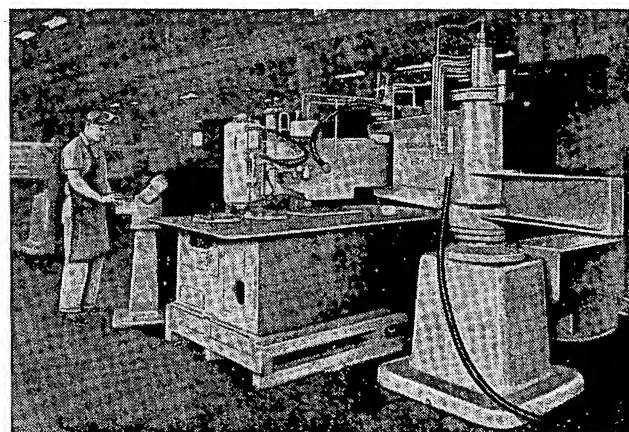
На массивном постаменте установлена колонна, несущая шарнирный двухколенный хобот. Оба колена коробчатой конструкции, отлитые из сталистого чугуна. Они смонтированы на конических роликоподшипниках и имеют устройство для вы-

борки люфтов в шарнирах. Каждое колено хобота приводится в движение посредством гидроцилиндра и зубчато-реечной передачи. Цилиндры и рейки смонтированы в коленах, а зубчатые колеса закреплены на осях шарнира. Оба колена снабжены электромагнитными тормозами. В процессе фрезерования через тормоза проходит ток низкого напряжения, что обеспечивает плавную и равномерную подачу фрезы. Когда фреза перемещается по вертикали или хобот останавливается, напряжение автоматически повышается, и тормоза закрепляют колена в выбранном положении.

Фрезерная головка состоит из внешнего корпуса (в его нижней части крепится копирная втулка) и внутреннего (в нем заключен двигатель со шпинделем и зажимным патроном, рассчитанным на цилиндрический хвостовик фрезы диаметром до 19 мм). Двигатель двухскоростной, высокочастотный, питается от сети трехфазного тока напряжением 440 в. При частоте 240 гц он имеет мощность 30 л. с. и скорость шпинделя 14 400 об/мин, а при 120 гц — мощность 15 л. с. и 7200 об/мин. Головка устроена так, что при ходе вниз сначала опускается копирная втулка, а затем уже фреза; при подъеме — в обратном порядке. Этим предупреждается «зарезание» кромок заготовки фрезой. Скорость опускания регулируется бесступенчато в пределах от 127 до 1524 мм/мин.

Управление станком дистанционное, осуществляется кнопками и селекторными переключателями с пульта (фиг. 13). При нажатии на пусковую кнопку 1 загорается красная сигнальная лампочка 2, указывающая, что электрическая цепь находится под током. Рядом с пусковой кнопкой расположен главный выключатель 3. Кнопки 4 и 5 управляют включением двигателя фрезерной головки при скорости 7200 и 14 400 об/мин соответственно, а кнопка 6 выключает его. Кнопки 7 и 8 управляют подъемом и опусканием фрезы, а кнопки 9 и 10 — ее замедленной (1524 мм/мин) или ускоренной (2540 мм/мин) подачи. Левый селекторный двухпозиционный переключатель 11 (с позициями «снаружи» и «изнутри») управляет прижимом копирной втулки к шаблону при фрезеровании по наружному или внутреннему контуру; правый селекторный переключатель 12 (с позициями «налево» и «направо») — направлением хобота станка, в зависимости от того, на какой половине стола ведется фрезерование. В передней части пульта смонтирована отдельная круглая пятикнопочная панель управления перемещением хобота и фрезерной головки в горизонтальной плоскости. Кнопки 13, 14, 15 и 16 управляют движением фрезерной головки вглубь, вправо; наружу или влево соответственно, а кнопка 17 — ускоренным подводом фрезы к месту фрезерования.

Для того чтобы сделать, например, прямоугольный вырез в детали, ручку левого переключателя переключают в позицию «изнутри», а правый переключатель — в нужную позицию, в зависимости от того, слева или справа от центра стола находится фрезеруемое отверстие. Затем нажимается кнопка быстрого подвода фрезерной головки одновременно с кнопкой того направления, куда она должна подойти. Когда головка достигнет требуемого положения над заготовкой, нажимается

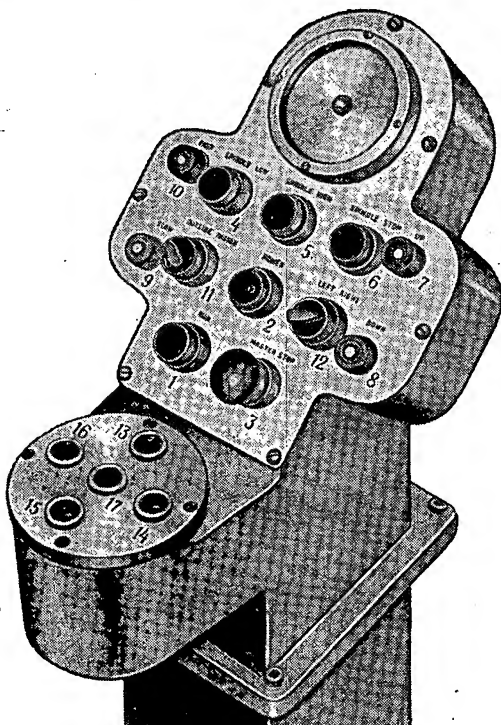


Фиг. 12. Радиально-фрезерный станок мод. Н-121 фирмы Экстрем и Карлсон.

кнопка, включающая двигатель фрезерной головки, и кнопка 8; при этом сначала отпускается копирующая втулка, а затем фреза врезается в заготовку. Если фреза врезалась у кромки выреза, ближайшей к оператору, и фрезерование нужно вести против часовой стрелки, оператор нажимает на кнопку 14 до тех пор, пока фреза не достигнет ближайшего правого угла. Затем нажимают кнопку 13, и фреза перемещается в дальний правый угол, по достижении которого нажимают кнопки 16, затем 15 и, наконец, для завершения выреза, — 14. После этого фрезу отводят от кромки и нажатием на кнопку 7 поднимают вверх.

Фрезерование наружного контура ведут аналогично, но в этом случае переключатель 11 необходимо переключить в позицию «снаружи».

Естественно, что этот станок особенно эффективен при фрезеровании монолитных деталей. Он позволяет фрезеровать



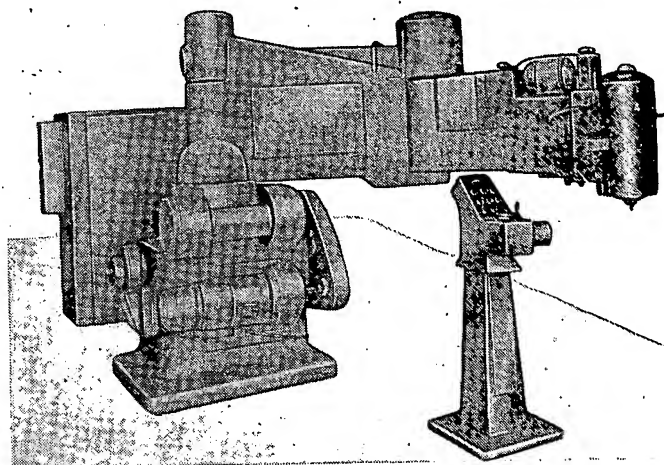
Фиг. 13. Пульт управления станком мод. Н-121.

1—пусковая кнопка; 2—сигнальная лампочка; 3—главный выключатель; 4, 5—кнопки включения двигателя фрезерной головки; 6—кнопка выключения двигателя; 7, 8—кнопки управления подъемом и опусканием фрезы; 9, 10—кнопки, управляющие замедленной или ускоренной подачей фрезы; 11—селекторный двухпозиционный переключатель, управляющий прижимом копирующей втулки к шаблону; 12—переключатель, управляющий перемещением хобота станка; 13, 14, 15, 16—кнопки перемещения фрезерной головки соответственно вглубь, вправо, наружу и влево; 17—кнопка управления ускоренным подводом фрезы к месту фрезерования.

решетки из дуралюминовой (75ST) плиты толщиной до 50 мм за один проход, в то время как на обычном радиально-фрезерном станке этой же фирмы с ручной подачей фрезерование одной решетки толщиной 25 мм выполняется за 3—4 прохода, не считая чистового.

Другой вариант этого же станка (мод. Е-121, фиг. 14) приводится в действие электромеханическим приводом и имеет электрическую следящую систему.

Вместо крутой пятикнопочной панели управления горизонтальным перемещением фрезерной головки на пульте установлен рычаг управления электросхемой, перемещающей фрезерную головку по горизонтали. Скорость подачи зависит от величины отклонения рычага от центрального положения, а ее направление совпадает с направлением отклонения ручки.



Фиг. 14. Радиально-фрезерный станок мод. Е-121 фирмы Экстрем и Карлсон.

При такой системе управление перемещением фрезерной головки по шаблону значительно облегчается.

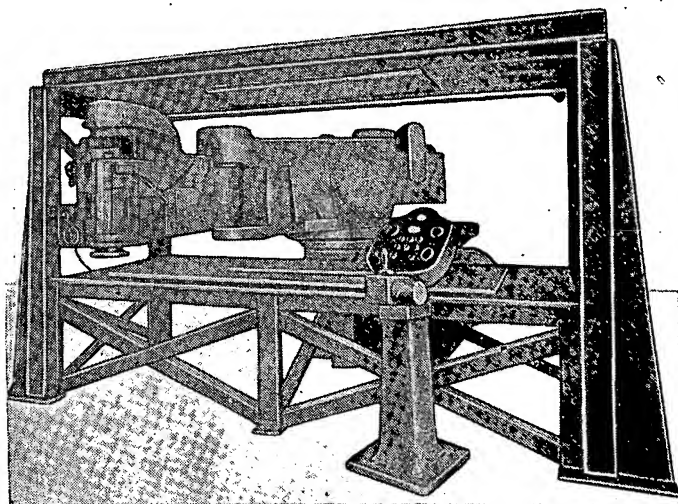
Для выполнения еще более тяжелых работ служит фрезерный станок Cav-Ro-Mil мод. 400 (фиг. 15) этой же фирмы, применяемый в основном для обработки монолитных панелей.

Станок принадлежит к классу радиально-фрезерных, с шарнирным хоботом, верхним расположением шаблона, силовой подачей фрезерной головки и дистанционным управлением с переносного пульта.

Обычно он оборудуется двумя столами площадью 1830×3660 и 1524×3660 мм, располагаемыми по обе его стороны на расстоянии 2235 мм друг от друга. Больший из них имеет съемную переходную плиту толщиной 305 мм, удаляемую при обработке высоких деталей. Наличие двух столов позволяет увеличить загрузку станка—совместить фрезерование деталей на одном столе с подготовкой второго (съем готовых деталей и установка заготовок).

Хобот двухколенный, длина каждого колена 1690 мм, что обеспечивает рабочую площадь фрезерования 1830×3130 мм. Двигатель высокочастотный, обеспечивающий скорость шпинделя 3600 об/мин при 60 гц и 7200 об/мин при 120 гц. Вертикальный ход фрезерной головки 203 мм, копирующего пальца—127 мм.

Для фрезерования тяжелых деталей большей длины используют станок мод. 410 (см. фигуру в начале статьи). По кон-



Фиг. 15. Радиально-фрезерный станок Cav-Ro-Mil мод. 400 фирмы Экстрем и Карлсон.



струкции и технической характеристике он тождествен станку мод. 400; отличие состоит в том, что он может перемещаться по направляющим основания, расположенного между двумя столами размером 1830×7635 мм. Это позволяет увеличить рабочую площадь фрезерования до размеров 1830×7000 мм. Направляющие защищены от загрязнения телескопическим панцирным опраждением.

А. А. Ливанов

Источники: «Aircraft Production», 1953, v. 15, № 178, p. 284—286; 1954, v. 16, № 8, p. 304—309; 1955, v. 17, № 2, p. 51—57, 82—88; № 12, p. 498—504; 1956, v. 18, № 7, p. 289. «American Machinist», 1955, v. 99, № 10, p. 198; 1956, v. 100, № 7, p. 150. «Machinery» (L.), 1953, v. 86, № 2126, p. 311—313; 1955, v. 87, № 2131, p. 417—419; 1956, v. 88, № 2267, p. 568. «Machinery» (N. Y.), 1955, v. 61, № 8, p. 223; № 9, p. 162—165; 1956, v. 62, № 5, p. 75; № 11, p. 84—85; v. 63, № 2, p. 232. «The Machinist», 1955, v. 99, № 3, p. 97—105; 135.

## Пирокерам

### Физико-механические свойства пирокерама

В США разработан высокопрочный и теплостойкий стеклообразный материал «пирокерам». Его получают варкой некристаллического стекла с последующей добавкой при охлаждении золота, серебра и меди. Проводимая затем термообработка приводит к образованию в материале субмикроскопических кристаллов.

Материал имеет белый цвет; в стекловидном состоянии он может подвергаться разным видам формования: выдуванию, прессованию, прокатке, вытягиванию в листы и литью. Физико-механические свойства пирокерама приведены в таблице.

Прочность на изгиб достигает 4200 кг/см<sup>2</sup>. Отношение прочности на изгиб к удельному весу такое же, как у алюминия, а твердость выше, чем у кварцевого стекла, нержавеющей стали и титана.

Размягчается пирокерам при 1250—1350° С; некоторые его виды длительное время сохраняют свою прочность при 700° С. Теплопроводность в четыре раза выше, чем у боросиликатного стекла. Материал обладает устойчивостью к кислотам и щелочам, имеет низкий коэффициент диэлектрических потерь и большую диэлектрическую постоянную при высоких частотах и температурах. Коэффициент линейного термического расширения может изменяться от слабо отрицательного до 200·10<sup>-7</sup> на 1° С.

Пирокерам используется в качестве материала для электронагревательных элементов, для чего его покрывают прозрачным полупроводниковым слоем; его удельная мощность при токе напряжением 100 в достигает 10 вт/см<sup>2</sup>.

Американская фирма Корнинг Глас изготавливает из пирокерама лопатки газовых турбин, детали ракетных двигателей, кожу радиолокационных антенн управляемых снарядов и пр.

В. Б.

Источники: «Ceramic Age», 1957, June.

Показатели	Марка	
	8605	8606
Удельный вес при 25° С в г/см <sup>3</sup>	2,62	2,60
Водопоглощение в %	0,00	0,00
Пористость	газонепроницаемы	
Температура размягчения в °С	1350	1250
Удельная теплоемкость при 25° С в кал/г·град	0,185	0,190
Коэффициент линейного термического расширения при температурах 25—300° С в 10 <sup>-7</sup> /1° С	14	57
Модуль упругости в кг/см <sup>2</sup> ·10 <sup>6</sup>	1,4	1,25
Коэффициент Пуассона	—	0,24
Предел прочности на изгиб в кг/см <sup>2</sup>	2600	2250
Отношение предела прочности на изгиб к удельному весу (×10 <sup>3</sup> )	1,0	0,87
Твердость по Кноопу:		
при нагрузке 50 г	1100	940
при нагрузке 500 г	720	570
Диэлектрическая постоянная при частоте 10 <sup>6</sup> гц и 25° С	6,1	5,62
Коэффициент затухания:		
при 10 <sup>6</sup> гц и 25° С	0,0017	0,0024
при 10 <sup>10</sup> гц и 25° С	0,0002	0,0003
Коэффициент диэлектрических потерь:		
при 10 <sup>6</sup> гц и 25° С	0,0102	0,013488
при 10 <sup>10</sup> гц и 25° С	0,0012	0,001659

## Пенометаллические сплавы

До последнего времени газонасыщенные литейные сплавы являются бичом производства. Инженерная мысль давно направлена на то, чтобы любыми средствами избежать пористости в отливках и слитках, являющейся следствием растворения различных газов в металле при его расплавлении.

Пористость в отливках особо нежелательна тогда, когда они подвергаются последующей механической обработке, или когда слиток предназначается для дальнейшей обработки методом деформирования.

Известно, что пористые отливки имеют более низкие показатели при испытании на изгиб, однако пористость почти не влияет на коэффициенты прочности при сжатии и растяжении, особенно при сферической форме пор.

После того, как строители открыли замечательные свойства пенобетона и успешно применяют его в строительном деле, а

химики изобрели пенопласты, возник вопрос, не могут ли металлурги своего «исконного врага» сделать «союзником», т. е. склонность металлических отливок к пористости при газонасыщении расплавленного металла приспособить для получения новых высококачественных материалов — пенометаллов или пенометаллических сплавов? Отличиями таких материалов были бы малый удельный вес, прекрасные тепло- и звукоизоляционные свойства, устойчивость против коррозии и лишь незначительное ухудшение прочностных характеристик. Оказывается, такая задача уже решается в положительном смысле.

По заданию ВВС США Бюркстеновской исследовательской лабораторией разработан и освоен производством новый авиационный материал — пеноалюминий, который изготавливается в виде ленты или листов толщиной 70—100 мм. Пеноалюминий



можно обрабатывать на станках, клепать, прибивать гвоздями, паять.

В самолетостроении и ракетостроении пеноалюминий, наряду с сотовыми конструкциями, может найти широкое применение, причем по сравнению с последними он имеет ряд преимуществ в отношении прочности, простоты производства и дешевизны.

Пеноалюминий получается путем введения в расплавленный алюминий гидроокислов некоторых металлов (титана, циркония, бария, лития и других), обладающих способностью при взаимодействии с расплавленным алюминием распадаться с обильным выделением газов, которые образуют в металле поры диаметром 0,4—6 мм. Для того чтобы сохранить пористое строение отливки, ее поверхность обильно охлаждают водой.

В настоящее время лабораторией ведутся исследования по получению второго пеносплава — пеномагния.

Освоение производства и широкое применение пенометаллов — задача большого народнохозяйственного значения. Могут возникнуть предположения, что пенометаллы будут уступать по некоторым свойствам сотовым наполнителям, так как процесс их получения на первый взгляд кажется неуправляемым. Однако у металлургов имеется достаточно средств для того, чтобы суметь управлять образованием пор в жидком металле как по количеству их в единице объема, так и по размерам. При этом получение необходимых прочностных характеристик и высокого качества поверхности пористой отливки также может быть обеспечено за счет разработки конвейер и изложниц специальных конструкций или путем подбора правильного способа получения той или иной отливки.

А. Ф.

Источник: «Aluminium», 1957, № 11.

## Хроника

### Бомбардировщик «Вулкан» фирмы Авро

Английская фирма Авро опубликовала подробности разработанной ею работы по созданию бомбардировщика «Вулкан» с четырьмя ТРД.

В январе 1947 г. английские ВВС выпустили тактико-технические требования на необходимый им бомбардировщик. Бомбардировщики «Вулкан» должны были перевозить атомные бомбы на небывалые в то время расстояния, на недостижимых тогда высотах, со скоростями, близкими к звуковой. Фирма решила идти новыми путями и проектировать самолет с треугольным крылом. В мае 1947 г. английское правительство получило соответствующее предложение, в ноябре 1947 г. оно было принято, а в январе 1948 г. дан заказ на два опытных самолета. Чтобы уменьшить риск применения конструктивных новинок, был построен ряд экспериментальных самолетов с треугольным крылом в уменьшенном масштабе. Параллельно с их испытаниями проводились испытания в аэродинамических трубах. Первый самолет «Вулкан» был закончен через четыре года и девять месяцев и показан на выставке в Фарнборо (сентябрь 1952 г.). Прошло еще четыре года, прежде чем эскадрилья английских ВВС в августе 1956 г. (следовательно, через девять лет и восемь месяцев после выпуска ТТТ) получили его на вооружение.

Следующие цифры могут наглядно показать, какую пришлось проделать работу, чтобы запустить такой самолет в серийное производство.

Необходимо было изготовить 50 000 видов специального инструмента, приобрести специальное оборудование (от валков до фрезерных станков) необычных размеров, разработать сложные автоматы и электронную аппаратуру. Отдельные системы (все управление с сервосистемой, топливная и гидравлическая системы, силовая установка) многие сотни часов испытывались на стендах в условиях, идентичных полетным. Были построены аэродинамические трубы и барокамера с минимальным давлением, соответствующим высоте 23 000 м и температурой —70° С.

В спецификации деталей самолета «Вулкан» насчитывается 1250 листов (перечислено 167 063 отдельных деталей, не считая деталей четырех ТРД «Олимп» фирмы Бристоль, и 410 300 болтов, гаек и шайб); самолет содержит около 3 км труб, 22 км электрических проводов, а также 4 км профилей. В его изготовлении, кроме фирмы Авро, принимали участие еще 17 фирм; 39 600 его частей поставляли 400 поставщиков.

Для разработки самолета «Вулкан» потребовалось 39 500 чертежей; для этого в чертежных залах было отработано 1 467 000 рабочих часов.

«Luftfahrttechnik» 1957, № 11.

### Новые сведения о бомбардировщике WS-110A

ВВС США заключили с фирмой Норт Америкен контракт на разработку системы оружия WS-110A, основой которой является бомбардировщик с двигателями, работающими на высококалорийном топливе.

Согласно сообщению ВВС США, сделанному более года назад, новый бомбардировщик (возможное обозначение — В-70 заменит бомбардировщик В-52 и будет иметь дальность полета 9600 км. Он должен приближаться к цели на большой высоте со скоростью  $M=2$ , увеличивать ее у цели до  $M=3$ , направлять на цель снаряд класса «воздух—земля» с атомной боевой головкой и по выполнении этой задачи уходить с максимальной скоростью.

Этот проект становится осуществимым за счет применения высококалорийных бороводородных топлив, которые в настоящее время отрабатываются фирмами Олин Матисон Кэмикл и Каллери Кэмикл. По сравнению с обычным топливом для реактивных двигателей (JP-4 и т. д.) бороводородные соединения обладают значительно большим количеством энергии на единицу веса и объема и, следовательно, дают возможность увеличить дальность полета. (Удельная теплотворная способность углеводородного топлива JP-4 приблизительно 10 000 ккал/кг, а пентаборанового топлива — 17 000 ккал/кг).

Фирма Джeneral Электрик проектирует новый ТРД J-93, предназначенный для применения бороводородных топлив. Статическая тяга его при включенной форсажной камере — 13 600 кг.

Бомбардировщик WS-110A будет снабжен шестью такими ТРД, которые смогут развивать максимальную статическую тягу 81 600 кг с включенными форсажными камерами и 59 000 кг без форсажа. Если принять, что потребная дальность составляет 9600 км, а продолжительность полета — не менее 4,5 час., то с учетом запаса топлива, определенного на основе этих данных, взлетный вес бомбардировщика должен превышать 200 т (т. е. будет почти таким же, как у самолета В-52). По имеющимся сведениям, два первоначальных проекта бомбардировщика WS-110A, разработанные фирмами Боинг и Норт Америкен, были отвергнуты ВВС США «из-за чрезмерно большого взлетного веса». В новом проекте фирме Норт Америкен удалось значительно уменьшить его.

Однако, по-видимому, все еще имеются не решенные полностью проблемы (касающиеся, например, устранения ядовитых продуктов сгорания бороводородных топлив при взлете и посадке), хотя, согласно имеющимся сведениям, токсичность и опасность взрывов, которые первоначально имели место при обращении с бороводородными топливами на земле, уже ликвидированы. Другие проблемы возникают в связи с созданием

оборудования и вспомогательных агрегатов, которые должны будут в течение многих часов работать при высоких температурах.

«Interavia», 1957, № 3900

#### Автоматизация смешивания и полимеризации твердого топлива

Компания Грэнд Сентрал Рокет приступила к автоматизации операций по смешиванию и полимеризации твердого топлива для ракетных двигателей. Была создана система дистанционного регулирования температуры, в шахтных полимеризационных печах диаметром 1,8—5,5 м, глубиной 6—12 м. Во время ранних стадий полимеризации смесь считается взрывоопасной. Благодаря размещению установки для дистанционного регулирования температуры в специальном здании, удаленном от места других работ на несколько сот метров, была устранена необходимость пребывания инженеров под контролем качества в опасной зоне.

«Interavia», 1957, № 3877

#### Нанесение защитного покрытия с помощью горелки-пистолета

Компания Лайнд (отделение корпорации Юнион Карбайд, шт. Нью-Йорк) разработала новый технологический процесс нанесения с помощью горелки-пистолета защитного покрытия, обеспечивающего высокое сопротивление износу, низкий коэффициент линейного расширения и более длительный срок службы деталей. Таким методом можно наносить покрытия практически на все металлы (алюминий, титан, сталь, никель, магний, молибден, медь, латунь, бронзу и чугун).

Сущность процесса состоит в том, что частицы карбида вольфрама или окиси алюминия подаются в камеру специального пистолета, суспензируются в смеси кислорода с ацетиленом, после чего смесь воспламеняется. Возникающая детонационная волна, движущаяся со скоростью, в 10 раз превышающей скорость звука, пронесет их через ствол пистолета. Температура газов внутри ствола приближается к 3300° С, вследствие чего частицы нагреваются до пластичного состояния. Выбрасываясь со сверхзвуковой скоростью на обрабатываемый предмет, они привариваются к его поверхности. Несмотря на высокую температуру внутри ствола пистолета, деталь, подвергаемая покрытию, редко нагревается более чем на 200° С. Таким образом, никаких металлургических изменений и теплового коробления не возникает.

При помощи ряда детонаций, следующих одна за другой, можно нанести защитный слой толщиной от 0,05 до 0,25 мм. Затем его обрабатывают до достижения чистоты поверхности 1—2 микродюйма.

«Western Aviation», 1957, X

#### Цветной радиолокатор

Построен цветной радиолокатор, предназначенный для гражданской авиации США. Радиолокатор имеет семь каналов для разных цветов, которые могут применяться для одновременного опознавания нескольких самолетов.

«American Aviation», 1958, 13/1

#### Новый тип потенциометров

Фирма Сервомеханикс (США) производит прецизионные потенциометры нового типа, сопротивление которых представляет собой тонкую металлическую пленку, наносимую на керамический диск. Сплав, из которого делается сопротивление, испаряется в вакууме и откладывается на диск, образуя слой определенной толщины, нужной для достижения требуемых электрических характеристик. Фирма утверждает, что потенциометры такой конструкции хорошо противостоят вибрациям, ударам, повышенной влажности и могут работать при температурах, превышающих 150° С.

«Interavia», 1957, № 3911

#### Новое шунтирующее реле

Английская фирма Плессид разработала новую серию реле. Среди них имеется шунтирующее реле на 60 а, которое выдерживает сильные удары, вибрацию, и может работать в диапазоне температур от —65 до +70° С. Как и другие реле этой

серии, оно будет иметь уравновешенную арматуру, так что вибрации или ускорение не будут отзываться на его работе. Кроме того, шунтирующие контакты выполнены скользящими, что уменьшает их сопротивление. Реле будет изготавливаться в двух вариантах (герметичном или пыленепроницаемом).

Герметичный вариант реле весом 298,2 г (на 28,4 г тяжелее пыленепроницаемого) имеет залитые контакты и съемную крышку. Он безопасен в пожарном отношении и может работать в любых климатических условиях. Доступ к контактам второго варианта реле можно получить, сняв пыленепроницаемую крышку.

Оба реле рассчитаны на постоянный ток 28 а и неиндуктивную перегрузку постоянного тока (480 а на высоте 18 000 м и 600 а на меньших высотах). При нормальном токе реле обеспечивает не менее 100 000 срабатываний.

«Flight», 1957, № 2559

#### Состав, применяемый при механической обработке сотовых конструкций из нержавеющей стали

Фирма Фьюрейн Пластикс (США) разработала специальный состав Н-883-А, имеющий высокую температуру плавления (93° С), который используется при механической обработке сотовых конструкций из нержавеющей стали.

Состав заливают в соты; при затвердевании он увеличивает их жесткость и тем самым облегчает механическую обработку.

После обработки его расплавляют и удаляют из сотовой конструкции, а соты промывают горячей водой. Состав найдет широкое применение в авиационной промышленности и при изготовлении управляемых снарядов.

«Machinery» (N. Y.), 1957, v. 63, № 9

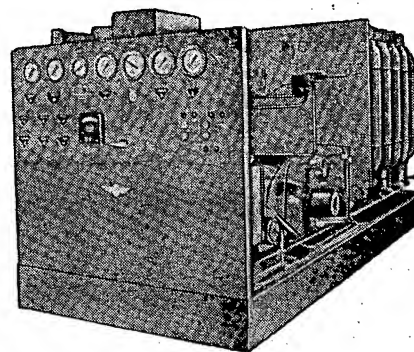
#### Термостойкий сплав на основе никеля

Фирмой Дженерал Электрик (США) разработан новый термостойкий сплав М-252 на основе никеля, получаемый плавкой под вакуумом, который в течение продолжительного времени сохраняет свои механические свойства при высокой температуре (порядка 650° С). Этот сплав применяется для изготовления лопаток первой ступени мощных газовых турбин путемковки. Фирма утверждает, что он обладает большой прочностью на разрыв, хорошей усталостной прочностью и высокой термостойкостью.

«Machinery» (N. Y.), 1957, v. 63, № 9

#### Пневматическая испытательная установка для проверки ракетных двигателей и их систем

Фирмой Гюйр Гидроликс создана пневматическая испытательная установка для проверки ракетных двигателей, их систем и различных агрегатов (фиг. 1). Она подает незагрязненный газ под давлением до 703 кг/см<sup>2</sup> при номинальном расходе 929 м<sup>3</sup>/час.



Фиг. 1.

Фирма считает, что такую стационарную установку целесообразно использовать и для заправки топливных баков двигателей управляемых снарядов.

Аналогичные, но более мощные установки будут применяться для динамических испытаний, а менее мощные — для контроля систем и агрегатов двигателей ракет и управляемых снарядов непосредственно на стартовых площадках.

«Missiles and Rockets», 1957, IV

### Сплавы магния с торием

Для изготовления деталей, работающих при  $371-1480^{\circ}\text{C}$ , рекомендуется применять легкие сплавы магния с торием, которые при указанной температуре обладают хорошей сопротивляемостью ползучести и имеют высокую прочность. Они все шире используются в высокоскоростных реактивных самолетах, ракетах и управляемых снарядах.

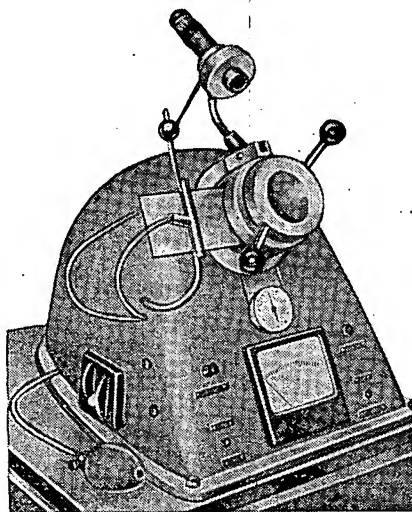
Ранее магниевые сплавы, содержащие торий, изготавливались только в виде отливок; сейчас они поставляются фирмой Брук и Перкинс в виде листов.

Один из таких сплавов по пластичности, прочности и жаростойкости в три раза превосходит алюминий. Однако при гибке он давал трещины и изломы, а под воздействием тепла коробился. Экспериментальным путем был найден следующий способ обработки: материал вместе со штампом нагревается в печи до  $370^{\circ}\text{C}$ , а затем немедленно поступает на расположенный рядом пресс. По сообщениям научно-исследовательского отдела фирмы Конвэр, сплав уже применяется для изготовления отдельных элементов реактивного бомбардировщика В-58 «Хастлер». Так как он обладает небольшой радиоактивностью, все связанное с ним производство должно находиться под контролем службы техники безопасности.

«Missiles and Rockets», 1957, v. 2, № 9;  
«Luftfahrttechnik», 1957, Bd. 3, № 10

### Машина для испытания лакокрасочных покрытий по способу Эриксона (мод. 225)

На машине фирмы Хемер-Сундвиг для испытания лакокрасочных покрытий по способу Эриксона (фиг. 2) можно быстро и точно определить расширение, прочность сцепления



Фиг. 2.

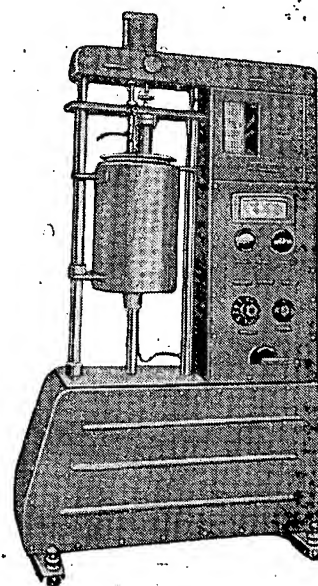
и пористость лакокрасочных и эмалевых покрытий любого типа и, кроме того, проводить испытания образцов, подвергнутых искусственному и естественному старению.

«Feingeratetechnik», 1957, Bd. 6

### Дифференциальный dilatометр

Dilatометр фирмы Вейс (фиг. 3) служит для определения коэффициента линейного расширения и прочих термических свойств металлов, пластиков и керамических материалов.

Линейные изменения исследуемых материалов при температурах испытания до  $1000^{\circ}\text{C}$  регистрируются и записываются с 200- или 400-кратным увеличением.



Фиг. 3.

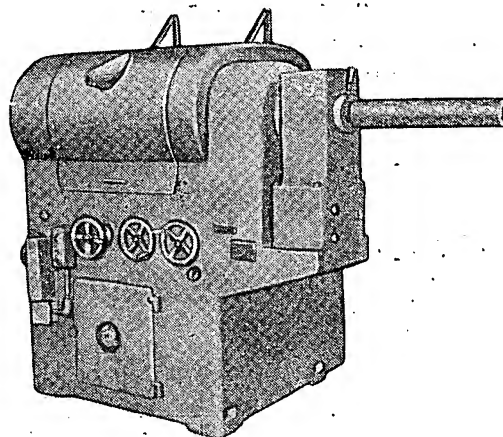
Прибор обеспечивает высокую точность измерения и удобен в эксплуатации.

«Feingeratetechnik», 1957, Bd. 6

### Спидер для контроля по шуму зубчатых колес большого диаметра

Фирмой Мичиган Тул (США) разработан стандартный спидер (мод. 1129-S/P, фиг. 4) для контроля по шуму парных зубчатых колес большого диаметра (до 584 мм).

Спидер имеет два шпинделя; один из них (реверсивный) является ведущим, а к другому прикладываются соответствующие тормозные нагрузки, величина которых устанавливается и регулируется вручную. Ведущему шпинделю могут быть заданы четыре скорости вращения — 580; 870; 1160 и 1740 об/мин, сообщаемые четырехскоростным двигателем мощностью  $3/4$  л. с. с постоянным крутящим моментом.



Фиг. 4.

В спидер, кроме того, встроен специальный слуховой аппарат, повышающий точность определения шумовых характеристик зубчатых колес. Помимо этого, он может быть снабжен устройствами для подключения контактных микрофонов и другого акустического оборудования, улучшающего условия контроля.

Прибор управляется кнопочной системой, а также вручную. Спидер заключен в корпус размером 1181×2514 мм. В его комплект входит набор стандартных приспособлений для крепления контролируемых зубчатых колес.

«Machinery» (N. Y.), 1957, v. 63, № 9

# НА МЕЖДУНАРОДНЫХ ВЫСТАВКАХ И КОНФЕРЕНЦИЯХ

## Сварочная техника в Германской Демократической Республике

В октябре 1957 г. в Галле проходила научно-техническая конференция по сварке, созданная Палатой техники ГДР и Центральным научно-исследовательским институтом сварки (ЦИС). В ее работе участвовало около 900 делегатов, в том числе представители СССР, Польши, Чехословакии, Болгарии, Румынии, Венгрии, Югославии, Австрии, Швейцарии, ФРГ и Японии.

Участники конференции посетили научно-исследовательские институты и предприятия ГДР, ознакомились с производством сварных конструкций и сварочных материалов.

Советские делегаты и специалисты-сварщики ГДР и других стран обменялись мнениями по различным вопросам сварочной техники. При этом выяснилось, что работы советских сварщиков известны за рубежом.

### Конференция в Галле

На конференции был заслушан и обсужден ряд докладов, в том числе по металлургии сварки, деформациям и напряжениям в сварных конструкциях, применению в них легких сплавов, автоматизации сварочных процессов и др.

Представляют интерес сообщения об использовании в качестве шлакообразующего компонента во флюсах окиси алюминия вместо кремния и марганца, а также о создании в ФРГ легких и высокопрочных алюминиевых сплавов, получивших название «конструкталь» и относящихся к системам  $Al-Cu-Mg$  и  $Al-Zn-Mg$  ( $\sigma_b=50-60 \text{ кг/мм}^2$ ), которые восстанавливают свои свойства после сварки (самозакаливается).

Ниже приведен химический состав высокопрочных алюминиевых сплавов системы  $Al-Zn-Mg$ .

Шифр	Содержание в %						
	Zn	Mg	Mn	Cr	Cu	Si	Fe
1	3,5—4,8	0,5—1,2	0—1,0	0—0,3	<0,1	<0,7	<0,7
3	4,0—5,5	2,0—3,5	0,1—0,6	0,1—0,3	<0,1	<0,7	<0,7

В свежезакаленном состоянии сплав  $Al-Zn-Mg1$  имеет сравнительно невысокие механические свойства ( $\sigma_b=17-22 \text{ кг/мм}^2$ ,  $\sigma_{0,2}=5-10 \text{ кг/мм}^2$ ). Естественно, старение протекает в сплаве дольше, чем в дуралюмине, и заканчивается спустя несколько месяцев.

Наиболее значительное упрочнение достигается за 30 суток ( $\sigma_b=30-40 \text{ кг/мм}^2$ ,  $\sigma_{0,2}=18-25 \text{ кг/мм}^2$ ,  $\delta=19-22\%$ ). После каждого, даже длительного, нагрева вновь наблюдается старе-

ние и упрочнение материала. В качестве присадочных материалов применяется проволока из сплавов  $Al-Zn-Mg1$  и  $Al-Si5$ .

Достоинством новых высокопрочных сплавов является их более высокая по сравнению с дуралюминовыми сплавами коррозионная стойкость.

Образцы из сплава  $Al-Zn-Mg$  после сварки выдерживались в естественных условиях, а затем испытывались на прочность. Оказалось, что при сварке кислородно-ацетиленовым пламенем они имели предел прочности  $\sigma_b=40-50 \text{ кг/мм}^2$ , а при сварке в среде аргона —  $\sigma_b=30 \text{ кг/мм}^2$ .

В отличие от советской производственной практики в ГДР при изготовлении конструкций из низколегированных сталей широко распространен предварительный «сопутствующий» подогрев.

### Центральный научно-исследовательский институт сварки

Члены иностранных делегаций имели возможность подробно ознакомиться с Центральным научно-исследовательским институтом сварки в ГДР, которым ведает Министерство тяжелого машиностроения.

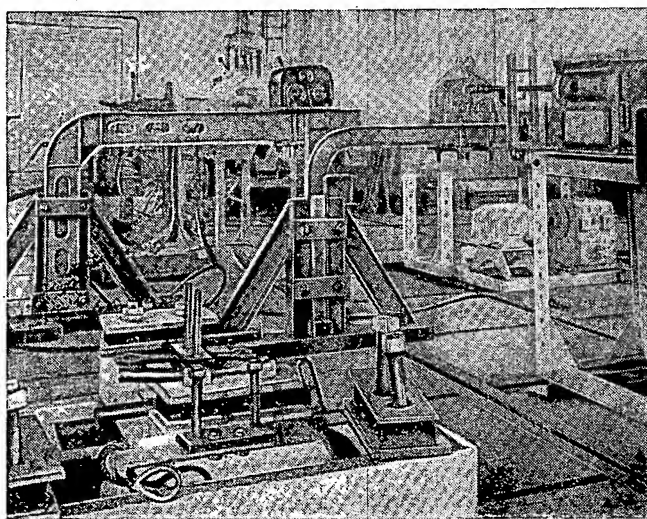
Он организован в 1952 г., занимает общую производственную площадь  $10\,000 \text{ м}^2$  и насчитывает 350 сотрудников (из них 100 инженеров). Институт находится в Галле и имеет филиалы в Берлине, Финстервальде, Ростке и Варнемюнде. В нем три основных отдела.

Научно-исследовательский отдел (80% состава института) занимается изучением наиболее важных проблем сварки, автоматизацией процессов, созданием высокопрочных сталей и различных сплавов, исследованием прочности сварных конструкций, структуры соединений, физики дуги и др.

В отдел входит большое количество лабораторий. Лаборатория металловедения изучает структуру сварных соединений, процессы старения сварных швов и пр. На основе полученных результатов разрабатываются рекомендации по использованию в изделиях недорогих малоуглеродистых сталей (типа 52, содержащей до 1,5% Mn, до 0,5% Si), по их термической обработке (нагрев до  $920^\circ$ , охлаждение в воде) с целью повышения пределов прочности и текучести на 20—25%.

Лаборатория прочности исследует усталостную прочность сварных соединений (для этого имеются стенды-пульсаторы на эластичных подвесках, благодаря которым колебания здания не влияют на точность измерений), сварочные напряжения и деформации (реактивные силы при сварке в приспособлениях, величины деформаций при сварке различными электродами, влияние теплового режима на деформацию и др.).





Фиг. 1. Стенд-пульсатор для испытаний на усталостную прочность.

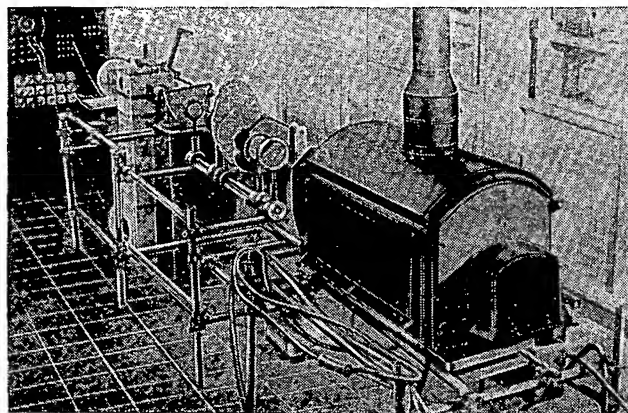
На фиг. 1 показан стенд-пульсатор для испытаний на усталостную прочность, а на фиг. 2 — установка поляризованного света для изучения концентрации напряжений.

Лаборатория исследования электрических процессов изучает капельный перенос металла и физико-химические процессы в дуге.

Лаборатория сварки пластмасс разрабатывает технологию и аппаратуру для сварки пластмасс типа полиэсто и хлорвинил полуавтоматическими и автоматическими способами. Масштабы применения этого процесса велики, так как из пластмасс изготавливают крыши, газо- и водопроводы, водостоки. Ручная сварка обычно ведется электродами диаметром до 4 мм; стабильность качества при этом невелика. Для нагрева соединяемых элементов применяется горячий воздух.

В ЦИС создана установка для автоматической сварки пластмасс горячим воздухом (фиг. 3); с её помощью можно выполнять сварку в нижнем положении проволокой различных диаметров.

В цилиндре 1, установленном на тележке, помещен груз 2, перемещающийся вниз под действием собственного веса. Груз механически связан с присадочной проволокой 3, проходящей через подводящие шины. Электрически подогреваемый тепловой прибор 4 (мощностью 0,5 квт) устроен таким образом, что мундштук 5 для горячего газа может устанавливаться в нём в различных положениях и быстро включаться или отключаться (ввод или вывод).



Фиг. 2. Установка поляризованного света для изучения концентрации напряжений.

К месту сварки подводится струя горячего воздуха и при помощи мундштука 5 распределяется так, чтобы место наложения шва и присадочная проволока нагревались до требуемой температуры. Под действием груза нагретая присадочная проволока размягчается, изгибается и плавится в шве. По мере ее расплавления вся система получает поступательное перемещение, скорость которого зависит от температуры горячего воздуха. Вес всей установки 7 кг. Один сварщик может обслуживать несколько таких установок.

Толщины до 5 мм сваривают встык без разделки кромок, однослойным швом со скоростью 6—7 м/час. Для сварки больших толщин применяют X-образную разделку или делают многослойные швы. Прочность сварных соединений достигает 90—100% прочности основного материала.

Новые электроды для дуговой сварки разрабатывает научно-исследовательский отдел завода «Электрогенератор», являющийся филиалом ЦИС. Проводимые исследования подчинены основной задаче — доказать возможность применения электродов с различными свойствами.

В докладе руководителя этого отдела сообщалось о новых высокопроизводительных электродах, при использовании которых вес наплавленного металла достигает 180% веса электродной проволоки (за счет введения в обмазку железного порошка). Кроме того, обеспечивается глубокое проплавление, что позволяет сваривать толщины до 12 мм без разделки кромок и расходовать при этом очень мало электродного материала.

Вопросы контактной сварки почти не находят своего отражения в работах ЦИС. Это, по-видимому, объясняется малым удельным весом ее применения в промышленности ГДР.

Учебный отдел. Проблема подготовки инженеров, техников и мастеров сварки в ГДР настолько остра, что ЦИС почти на 40% занят учебной работой, организованной по системе краткосрочных курсов повышения квалификации. Здесь ежегодно обучается 4000 инженеров, техников, мастеров и сварщиков, а также преподавателей сварки ремесленных училищ. В институте оборудованы учебные лаборатории, аудитории и сварочные посты.

Курс для инженеров несварочной специальности включает два раздела — технологию и конструирование. Окончившие получают право руководить работами по сварке согласно предписаниям технической инспекции и давать указания по выбору материалов и типов сварных конструкций для различных изделий (паровых котлов, емкостей и др.).

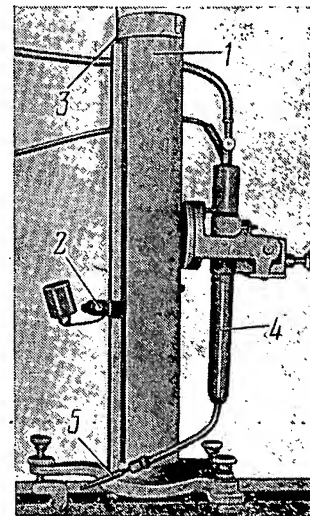
Курс для конструкторов (техников) предусматривает обучение расчетам и конструированию сварных конструкций.

Курс для инструкторов сварочного дела позволяет практикам повысить теоретические и практические знания. Окончивший курсы получает свидетельство техника по сварке.

Курс для контролеров дает право самостоятельной работы в должности контролера качества сварных конструкций.

Курс сварки пластмасс рассчитан на рабочих строительной специальности, архитекторов, конструкторов, а также преподавателей сварки в ремесленных училищах и дает теоретические и практические знания по обработке, нагреву, формообразованию и сварке пластмасс.

Обучение сварщиков (ДЭС, КАС, АВС и др.) в основном происходит на предприятиях по программам ЦИС и в общем занимает около трех лет (со стажировкой в цехах). За это время сварщик получает необходимую теоретическую и практическую подготовку.



Фиг. 3. Автомат для сварки пластмасс.

1—цилиндр; 2—груз; 3—присадочная проволока; 4—тепловой прибор; 5—мундштук.



Отдел технологии сварки осуществляет связь с предприятиями и КБ, уделяет большое внимание планированию сварочной технологии в промышленности ГДР и освоению новых технологических процессов. Законченные работы первоначально внедряются на ведущих заводах, а затем полученный опыт передается другим предприятиям.

Отдел имеет ряд лабораторий (контроля — рентгеновского, ультразвукового и магнитного; испытания сварочного оборудования; нормирования сварочных работ). Он выдает разрешения на сварку ответственных конструкций в промышленности, готовит проекты ГОСТ, делает заключения по проектам сварных конструкций. Центральный институт сварки проводит техническую политику по сварке в ГДР.

#### Производство электросварочного оборудования

Производство электросварочного оборудования в ГДР сосредоточено в основном на двух заводах — «Кьельберг» в Финстервальде и электромеханическом имени Баймлера в Хенингсдорфе. По данным каталогов выпускаются сварочное оборудование и материалы 311 наименований (см. таблицу).

#### Виды сварочного оборудования и материалов, выпускаемых в ГДР

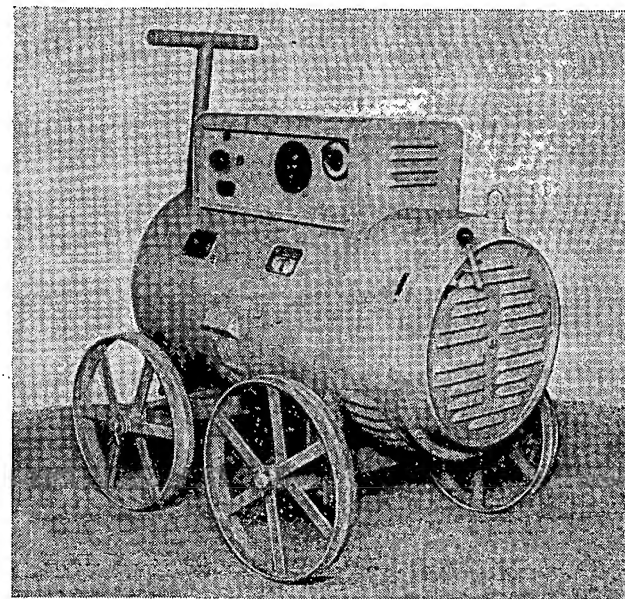
Оборудование и материалы	Количество наименований или типоразмеров
Машины, выпрямители и трансформаторы для дуговой сварки	14
Контактные машины всех назначений	73
Электроды (марки)	49
Аппаратура для газопламенной обработки	63
Газорезательные машины и приборы	5
Ацетиленовые генераторы и приборы	10
Карбид кальция и газы	5
Присадочные металлы для газовой сварки	11
Флюсы разные для газовой сварки и пайки	55
Аппаратура для металлизации	2
Аппаратура для сварки пластмасс	5
Принадлежности и оснастка	19

Завод «Кьельберг» делает аппаратуру для дуговой электро-сварки: преобразователи постоянного тока, трансформаторы, автоматы и полуавтоматы для сварки под флюсом и пр.

На фиг. 4 показан новый универсальный преобразователь типа KB-530 завода «Кьельберг», который позволяет выполнять электродугую сварку с разными характеристиками дуги, при регулировании тока от 50 до 500 а. Желаемую характеристику устанавливают перемещением щеток.

На фиг. 5 показаны возможные характеристики генератора типа KB-530. Из фигуры видно, что при положении щеток I получается падающая характеристика, при которой можно проводить сварку электродами диаметром 2—5 мм во всех положениях.

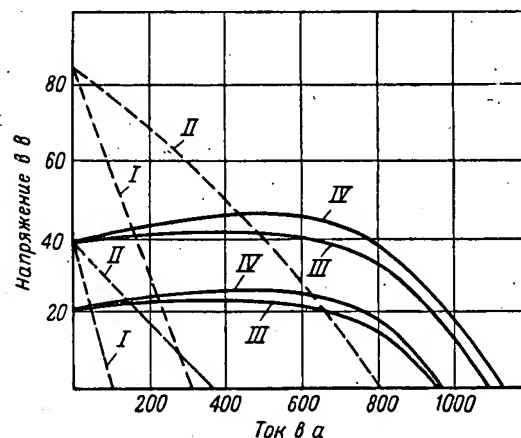
Положение щеток II дает менее падающую характеристику, приемлемую для сварки электродами диаметром 4—8 мм. Ее, кроме того, можно применить для шланговых полуавтоматов с регулируемой подачей электрода.



Фиг. 4. Универсальный преобразователь типа KB-530 завода «Кьельберг».

Положения щеток III и IV дают жесткие и незначительно возрастающие характеристики, предназначенные для полуавтоматической и автоматической сварки в среде защитных газов, особенно в  $\text{CO}_2$ , а также под слоем флюса при постоянной скорости подачи электрода.

Освоено производство трехфазных трансформаторов, которые используют для сварки сдвоенными электродами и для питания двух отдельных сварочных постов.



Фиг. 5. Характеристики генератора KB-530.

I—дуговая сварка электродами диаметром 2—5 мм; II—дуговая сварка электродами диаметром 4—8 мм и шланговая полуавтоматическая сварка; III, IV—сварка под флюсом и в среде углекислого газа.

Интересно, что для первичных и вторичных обмоток трансформаторов и сварочных генераторов применяются голые алюминиевые провода; в качестве витковой изоляции используется прочная пленка окиси алюминия, получаемая электрохимическим путем. Опыт завода «Кьельберг» нашел распространение и в отечественной промышленности, в частности, во ВНИИЭСО и на заводе «Электрик».

Автоматы и полуавтоматы для сварки под флюсом сходны с оборудованием, выпускаемым заводом «Электриск» и Институтом электросварки имени акад. Патона.

Контактное оборудование в основном изготавливается в специализированном цехе завода имени Беймлера. Завод освоил серийное производство точечных машин типа ПА и универсальных точечно-шовных машин типа ПНА с номинальными мощностями 30, 60, 120, 250, 500 и 1000 *квa*. Одна из особенностей таких машин — плавная регулировка вылета электродов в широких пределах — значительно расширяет область их применения. Электронно-релейные узлы автоматического управления выполняются в виде нескольких легко сменяемых блоков, что очень удобно при эксплуатации.

На фиг. 6, 7, 8, 9 показаны машины ПА мощностью 60 и 120 *квa* для точечной сварки сталей толщиной до 12 мм и алюминиевых сплавов толщиной до 6 мм, ПНА-60 и ПНА-200 — для точечно-роликовой сварки.

#### Техническая характеристика точечных и точечно-роликовых машин типа ПА и ПНА

Показатели	ПА-60	ПА-200	ПНА-60	ПНА-200
Потребляемая мощность в <i>квa</i> (при ПВ=45%)	60	200	60	200
Толщина свариваемых материалов в мм: листовая сталь	0,5—8	0,5—12	0,5—2	0,5—3
сплавы алюминия	1—2	3,5—6	0,75—1,5	1,6—2,5
Минимальный диаметр свариваемых деталей в мм	130	130	140	130
Полезный вылет кон-солей в мм	400—1000	400—1200	400—1000	400—1200
Рабочий ход электро-да в мм	10	20	10	20
Дополнительный ход электрода в мм	100	70	100	70
Усилие на электродах в кг	60—600	50—1000	60—600	50—1000
Привод вертикально-го перемещения электродов	Гидрав-лический	С помо-щью дви-гателя	Гидрав-лический	С помо-щью дви-гателя
Производительность: в точ/мин	20—80	15—90	20—80	15—90
в м/мин	—	—	0,6—3,6	0,6—4,2
Вес в кг	1200	3000	1550	3400

Выпускается серия pedalных точечных машин мощностью 2—20 *квa* с электронным реле времени и электромагнитными контакторами; подвесные точечные машины-клещи с пневматическим приводом — фиг. 10, 11 (клещи, показанные на фиг. 11, можно использовать с установкой, приведенной на фиг. 10); аппаратура для точечной сварки очень тонких элементов (фиг. 12, 13, 14).

#### Техническая характеристика установок типа Т для точечной сварки тонких элементов

Показатели	Т-4	Т-5	Т-6
Потребляемая мощность в <i>квa</i>	12,5	25	50
Длина сварочного кабеля в м	2	2,5	3
Толщина свариваемой листовой стали в мм: клещами	0,3—3	0,5—4,5	0,5—6
пистолетом	0,3—1,5	0,5—1,5	0,5—1,5
Вес в кг	280	325	480

Для стыковой сварки завод изготавливает несколько типов машин с ручным приводом мощностью до 160 *квa*, а также автоматизированные машины типа УМА и УМАК (с конденсаторами во вторичной цепи для компенсации ее реактивного сопротивления) мощностью до 650 *квa* (при ПВ=25%). Наиболее мощная из них (УМАК-100) позволяет сваривать детали из легированной стали сечением до 40 000 мм<sup>2</sup> и трубы диаметром до 400 мм с толщиной стенки до 15 мм.

#### Техническая характеристика стыковых контактных машин типа УМА и УМАК

	УМА-8	УМА-25	УМАК-50P	УМАК-100
Потребляемая мощность в <i>квa</i> (при ПВ=25%)	130	320	650	650
Емкость конденсаторов в мкф	—	—	8000	11 000
Сечение свариваемых материалов в мм <sup>2</sup> : малоуглеродистые стали	4000	10 000	20 000	40 000
легированные стали	2000	5000	10 000	20 000
медь, латунь, алюминий	400	1000	2000	4000
Максимальный диаметр свариваемых труб в мм	140	180	230	400
Усилие зажатия в т	5—11	10—28	30—75	50—150
Усилие осадки в т	3—8	7—20	20—50	30—100
Ход салазок в мм	100	125	165	240
Производительность в св/час	8	5	5	2
Вес в т	5	9,5	30	56,5

На фиг. 15 показана стыковая контактная сварочная машина УМА-25, а на фиг. 16—стыковая машина СА-IV для сварки проводов.

#### Производство сварочных материалов

Электроды для ручной дуговой сварки делают в ГДР заводы «Кьельберг» и «Электроденверке». Изготовление их ведется на достаточно высоком техническом уровне поточным методом.

Наличие электродов разных типов и марок позволяет сваривать всю номенклатуру материалов, применяемых в сварных конструкциях. 85—90% их используют для сварки нелегированных, 15—10% — для сварки легированных сталей; кроме того, выпускают электроды для наплавочных работ, сварки чугуна, резки стали и др.

По большей части компоненты электродов поступают в производство в измельченном виде, а проволока — очищенной. Заводы имеют собственную рецептуру покрытий, так как различие в получаемом сырье не позволяет пользоваться рецептурой других стран.

Покрытие наносится методом опрессовки (производительность пресов 1500—2000 электродов в час, давление 220—400 атм). Диаметр покрытия измеряется на оптической установке или на электромагнитном приборе выборочным путем.

На заводе «Электроденверке» применяют спиртовую сушку покрытий, что исключает образование трещин. Однако этот метод опасен в пожарном отношении.

В республике организовано централизованное производство плавящих и керамических флюсов для автоматической и полуавтоматической сварки. По химическому составу они отличаются лишь тем, что в керамический флюс вводится 0,9% С. Стоимость флюса в четыре-пять раз выше, чем в СССР.

Большое распространение газовой сварки создало условия для широкого производства карбида кальция (900 000 т ежегодно). Часть продукции экспортируется.

#### Техника и технология сварки

Советская делегация посетила ряд заводов ГДР, в том числе завод «Лейбнерке» имени В. Ульбрихта в Мерзебурге, котельный завод в Хоен-

Фиг. 6—11.

6—точечная машина ПА-60 с гидравлическим приводом электродов; 7—точечная машина ПА-200 с приводом электродов от двигателя; 8—точечно-роликовая машина ПНА-60; 9—точечно-роликовая машина ПНА-200; 10—установка ПЗА с пневматическим приводом для точечной сварки клещами; 11—сварочные клещи.



турме, машиностроительный завод Бергман-Борзиг и завод «Электроденверке» в Берлине, судостроительные верфи в Ростке. На указанных предприятиях она ознакомилась с состоянием сварочного производства, методами изготовления сварных конструкций, производством электродов и организацией подготовки новых кадров сварщиков.

Техника и технология сварки характеризуются:

а) широким использованием ручной дуговой сварки, выполняемой рабочими высокой квалификации (качество швов высокое, стабильность результатов достаточная);

б) очень большим применением газовой сварки, механизированной резки и наплавки;

в) незначительным распространением автоматической и полуавтоматической сварки под флюсом и в среде углекислого газа (8—10% от общего объема дуговой сварки) из-за чрезмерно высокой стоимости флюсов, недостаточного количества оборудования, наличия дешевых высококачественных электродов, а также большого количества рабочих-сварщиков высокой квалификации; эти методы сварки применяются в основном на котлостроительных и трубных заводах, в судостроении и вагоностроении;

г) широким применением сварки пластмасс.

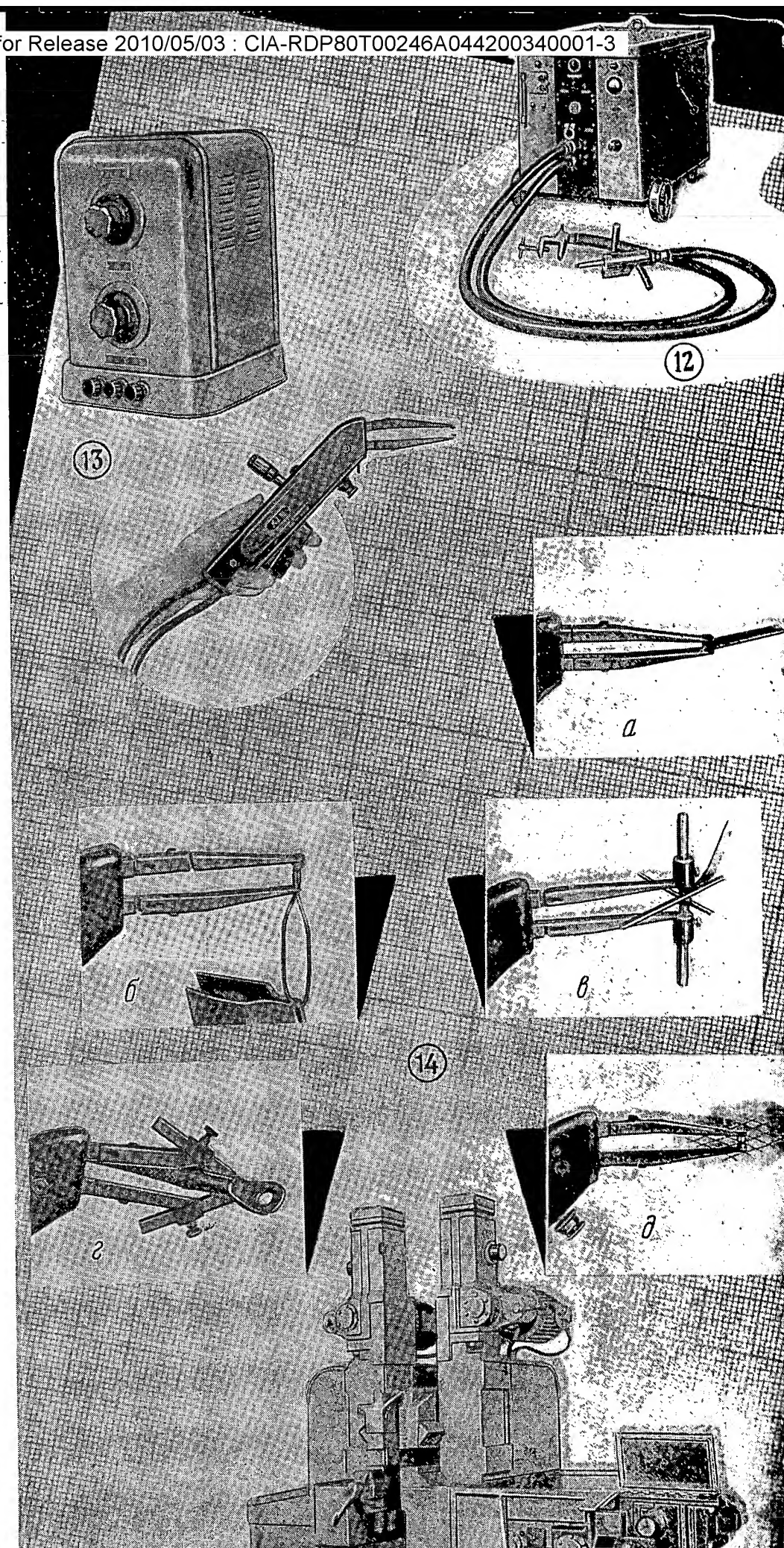
Завод «Лейневерке» имени В. Ульбрихта в Мерзебурге специализирован на производстве искусственного каучука и бензина. Здесь собственными средствами изготавливаются необходимые для этого оборудование и аппаратура, проводится их ремонт.

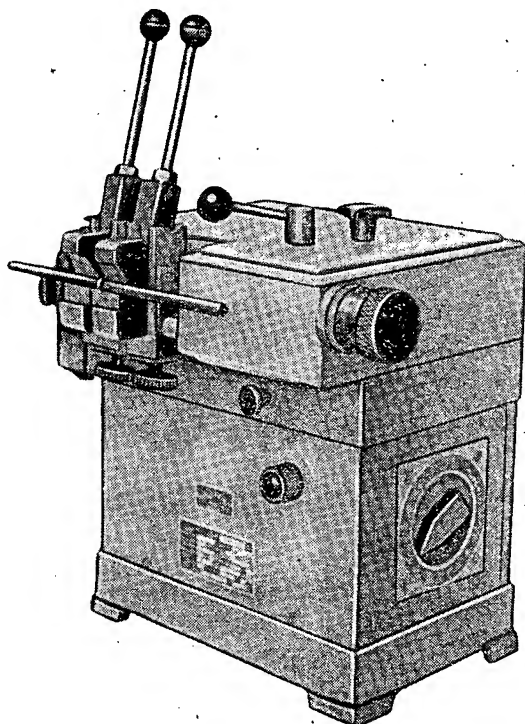
На заводе работает 250 электросварщиков, 700 газосварщиков и 1000 нагревателей (для выполнения сопутствующего нагрева газовыми горелками при сварке). Ежедневно расходуется 15 000 электродов — 80% для легированных и 20% для легированных сталей. Действуют две ацетиленовые станции с автоматическим управлением производительностью 300 м<sup>3</sup>/час. Протяженность газовой сети 21 км, электросварочной — 220 км.

К качеству сварных конструкций (котлов, трубопроводов, емкостей)

Фиг. 12—15.

12—передвижная установка типа Т для точечной сварки элементов толщиной 0,3—1,5 мм; 13—прибор типа ЗГ-04 с малогабаритными клещами для сварки и пайки тонких элементов и проводов; 14—типы съемных насадок к малогабаритным клещам; а—для сварки плавлением (с угольными электродами); б—для торцовой сварки (с угольными электродами); в—для твердой пайки (с угольными электродами); г—для легкой пайки (с угольными электродами); д—для сварки сопротивлением (с металлическими электродами); 15—стыковочная машина УМА-25.





Фиг. 16. Стыковая машина СА-IV для сварки проводов.

предъявляются высокие требования. Этим требованиям удовлетворяет ручная дуговая сварка, которая осуществляется на постоянном токе (так как работы в основном ведутся внутри сосудов или во влажных помещениях, где по условиям техники безопасности напряжение холостого хода не должно превышать 42 в).

Для снятия внутренних напряжений сварные конструкции подвергаются отжигу в специальных печах с шагающим подом (длиной до 25 м).

Часто используется механизированная газовая резка маслосетов изделий. Поверхность реза (при толщине 1 м) не требует дальнейшей механической обработки. В отдельных случаях резка поковок исключает необходимость горячей штамповки деталей. Крупные заготовки свариваются на стыковых машинах, мощностью 1000 квт каждая.

При заводе имеется девятимесячная школа обучения сварщиков (предварительный курс — два месяца, стажировка в цехе — семь месяцев).

Котельный завод в Хоентурме изготавливает судовые котлы из малоуглеродистой марганцовистой стали (0,22% С; 1,3% Мп; 0,4% Si) со стенками толщиной 45—100 мм, рассчитанные на давление до 120 атм. Производство ведется по тщательно разработанной технологии. Продольные и кольцевые швы барабанов котлов свариваются под флюсом на автоматах «Кьельберг» в 25—30 слоев. Применяется и ручная дуговая сварка из-за недостаточного количества сварочных автоматов. В этих случаях (при толщине более 40 мм) обязательны предварительный и сопутствующий нагрев свариваемого изделия специальными газовыми горелками.

В процессе сварки ведется тщательное наблюдение за изменением структуры материала. Например, при изготовлении сварных барабанов толщиной более 50 мм прибегают к многократной термообработке.

Трубы свариваются наружными и внутренними швами на автоматах. В трубу сварочная головка вводится на специальной штанге.

Широко используется газовая резка — машинная и ручная. При этом высокая чистота кислорода (99,8%) обеспечивает хорошее качество поверхности реза (без наплывов).

Все сварочные посты и места сварки имеют хорошую вытяжную вентиляцию.

Проводится большая работа по улучшению качества выпускаемой продукции — механизации процессов сварки, внедрению универсальных и специальных приспособлений и новейших методов контроля.

Машиностроительный завод Бергман-Борзиг в Берлине производит котлы паровых машин, турбины, генераторы, врубные машины. Так же, как и на заводе «Лейнверке», здесь значительное применение находит ручная сварка; используется, кроме того, автоматическая сварка под флюсом.

Барабаны котлов из углеродистой марганцовистой стали (0,17% С, 1,2% Мп) толщиной 70—80 мм свариваются на постоянном токе, с сопутствующим подогревом специальной газовой горелкой. Нам кажется, что в данном случае это нерационально, хотя, по заявлению работников завода, при сварке без подогрева образуются трещины в швах.

Места для ручной дуговой сварки оснащены приспособлениями, облегчающими перемещение (поворот) детали; сварка выполняется правой, а поворот или перемещение детали — левой рукой.

Механизированная резка различных деталей сложной конфигурации (по копиру) во многих случаях заменяет горячую штамповку.

На заводе имеется школа фабрично-заводского обучения, в которой готовят электро- и газосварщиков. Программа предусматривает различные сроки обучения от восьми недель (повышение квалификации) до трех лет (сварка ответственных изделий).

Как уже указывалось выше, на заводе «Электроденверке» есть научно-исследовательский отдел по разработке электродов.

Делегацию ознакомили с новым методом автоматической сварки обмазанным электродом, который разработан этим отделом.

Электрод длиной 1 м имеет продольный паз (выполняемый на прессе при нанесении покрытия) для контакта с токоведущим роликом. Он устанавливается в головке автомата завода «Кьельберг»; по мере расплавления первого электрода в головку поступает второй, и они свариваются торцами, что устраняет возможность обрыва дуги. Затем процесс повторяется. Скорость сварки 30 м/час.

В состав электродного покрытия входит 30—40% железного порошка, способствующего повышению производительности и легированию металла шва.

### Выводы

В области применения сварки ГДР является одной из передовых стран Европы, а ее заводы в достаточной степени обеспечены относительно несложным и дешевым сварочным оборудованием.

Ознакомление со сварочной техникой показало, что в большинстве проводимых работ находит отражение опыт Советского Союза (применение автоматической сварки под флюсом, в среде углекислого газа, использование сварки в судостроении и др.). Особого внимания заслуживает организация научно-исследовательских работ и подготовки новых кадров по сварке.

На заводах имеется хорошая производственно-техническая документация, обеспечивающая минимальное количество исправлений и переделок в сварных конструкциях.

С большим удовлетворением можно отметить растущие творческие и производственные связи между советскими сварщиками и сварщиками ГДР.

Г. А. Маслов

По материалам заграничной командировки





# ИНФОРМАЦИЯ

## В Научно-исследовательском институте технологии и организации производства

Диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, защищенные на заседании Ученого совета Института

**А. А. Ерохин.** Исследование процесса зенкерования отверстий в закаленных сталях 30ХГСА и 30ХГСНА. В результате исследований, проведенных диссертантом, установлено, что существующие конструкции твердосплавных зенкеров для обработки отверстий в закаленных сталях не рациональны. Разработана конструкция зенкера, обеспечивающая отвод стружки вперед и снижающая тепловую напряженность процесса резания и интенсивность износа режущего инструмента. Производительность резания по машинному времени увеличивается приблизительно втрое по сравнению с обычными зенкерами.

Выявлены стойкостные и силовые зависимости при зенкеро-вании закаленных сталей, что позволило разработать прогрессивные нормативы режимов резания. Точность отверстий, выполненных зенкерами конструкции А. А. Ерохина, выше на один класс, а чистота поверхности — на 2—3 класса, чем при использовании обычного инструмента.

В диссертации приведен метод расчета допусков на зенкеры, который можно применять также и для других видов измерительного инструмента (разверток, протяжек, сверл, метчиков и т. д.).

Показано, что при зенкеро-вании отверстий инструментом, оснащенным пластинами из твердого сплава, глубина пластически деформированного поверхностного слоя в два-три раза меньше, чем при использовании быстрорежущих зенкеров. На основании результатов описанных исследований созданы нормативы на зенкеры и РТМ по зенкеро-ванию отверстий в закаленных сталях. В результате их применения на ряде заводов производительность труда повысилась в 1,5—8,5 раза; в 10—15 раз сократился расход инструмента, повысились точность и чистота обработанных поверхностей.

**В. Г. Головня.** Исследование процесса холодного накатывания зубьев маломодульных цилиндрических колес. В результате проведенных исследований выбрана оптимальная кинематическая схема накатывания тремя накатниками с применением предельной подачи инструмента и передачи рабочего крутящего момента инструменту от заготовки. Эта схема позволяет изготавливать зубчатые колеса высокого класса точности. Предложенный метод профилирования может быть осуществлен путем применения переоборудованных токарных станков или же специального оборудования, которое в настоящее время уже спроектировано.

В диссертации рассмотрены: кинематика зацепления незвольнентной части поверхности заготовки с заходной частью зуба накатника, а также геометрия накатанного инструмента.

Разработаны метод расчета диаметра заготовки пруткового типа для накатывания на ней зубчатого венца и метод расчета

усилий, возникающих в процессе накатывания зубьев; изучен процесс деформации заготовки. Способ холодного накатывания зубчатых колес наиболее целесообразен для специализированных цехов и заводов, однако его можно рекомендовать и для приборостроительных и агрегатостроительных заводов, так как внедрение этого способа не требует больших затрат на подготовку производства.

### Законченные работы Института

**Индукционная закалка длинномерных труб.** Для изготовления лонжеронов лопасти вертолета применяют трубы длиной 11 м из стали 30ХГСА. Лонжерон работает в условиях сложно-напряженного состояния, при наличии вибраций. В связи с этим к качеству термической обработки лонжерона предъявляются жесткие требования.

Институтом разработан новый технологический процесс индукционной закалки труб переменного профиля и создана установка промышленного типа, построенная на одном из заводов. По заданию НИИТ Гипроавиапром спроектировал специальный корпус для термической обработки труб с применением индукционного нагрева. Исследование механических свойств труб, прошедших индукционную закалку, показали соответствие их техническим требованиям.

Промышленное освоение и внедрение предложенной технологии и оборудования для индукционной закалки труб позволяет получить значительный технико-экономический эффект за счет сокращения капиталовложений, расхода электроэнергии и экономии производственных площадей.

**Повышение стойкости режущих инструментов при механической обработке жаропрочных сплавов.** В институте проведена работа по обобщению заводского опыта в области точения, фрезерования, протягивания и шлифования жаропрочных сплавов. Испытаны также некоторые новые, малоисследованные способы повышения стойкости режущего инструмента. Наиболее эффективные из них предложены в разработанных руководящих технических материалах.

В результате исследований рекомендовано:

1. Заточку инструментов с охлаждением применять для всех видов инструментов, в том числе резцов, фрез и протяжек. Заточка производится либо на обычных заточных станках, оборудованных устройством для подачи жидкости, либо на специальных, снабженных установкой для охлаждения (например, на заточном станке 364). При заточке с охлаждением пользуются теми же кругами, что и при обычной заточке. Охлаждающей жидкостью служит 5%-ный раствор обычной эмульсии; режимы — стандартные.

2. Дополнительный отпуск после заточки осуществлять путем нагрева в муфельной электропечи до 450°С с выдержкой в течение часа и охлаждением на воздухе. Операция повторяется после трех первых переточек.

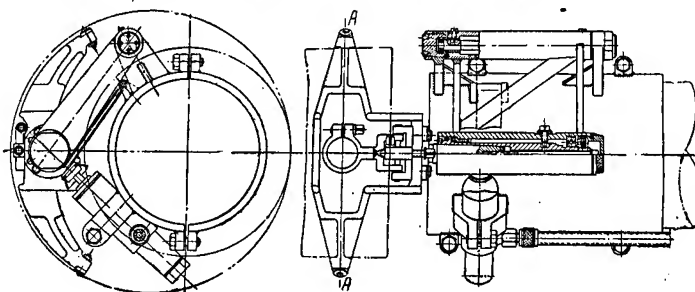
3. В качестве смазочно-охлаждающей жидкости при всех видах обработки жаропрочных сплавов применять жидкость, состоящую из 7—10%-ного водного раствора улучшенной осерненной эмульсии с повышенным содержанием активной серы.

4. Прерывистое и непрерывное точение выполнять с подачей охлаждающей жидкости под давлением 10—15 кг/см<sup>2</sup>. В РТМ приводятся также способы повышения стойкости шлифовальных кругов, используемых при обработке жаропрочных сплавов.

Прибор для контроля глубоких отверстий в процессе шлифования. НИАТ совместно с заводами разработан, изготовлен и испытан прибор (см. фигуру) для контроля глубоких (сквозных или глухих) отверстий диаметром 270—350 мм в деталях шасси при глубине шлифования 500—1200 мм в процессе их обработки на внутришлифовальном станке КШ-83. Прибор состоит из шести основных узлов; с помощью разъемного хомута его укрепляют непосредственно на шпинделе шлифовальной бабки.

Основным элементом прибора является измерительная головка, в основу конструкции которой положена схема измерения по стрелке сегмента и хорде. Головка выполнена в виде двух рычагов со сменными измерительными наконечниками с центральным углом охвата 120°; имеется также третий подвижной измерительный наконечник датчика. Измерителем

служит электрический пульт ПИ-8м, снабженный двойной шкалой, что обеспечивает визуальное наблюдение за изменением размера как при грубом, так и при чистовом шлифовании.



Диапазон изменения размеров обеих шкал составляет 400 мк.

В пульте предусмотрено ручное переключение с одной шкалы на другую. Питание — от сети переменного тока напряжением 200 в. Пневмосистема прибора рассчитана на питание от воздушной сети при давлении 3—6 кг/см<sup>2</sup>.

## Во Всесоюзном научно-исследовательском институте авиационных материалов

### Законченные работы Института

Изучение кристаллизации сплавов ЭИ617 и ВЖ36-300. Изучена кристаллизация сплавов ЭИ617 и ВЖ36-300 в зависимости от условий заливки. Установлено, что свойства металла, заливаемого в чугунную изложницу, не однородны ввиду неблагоприятных условий питания центральной части слитка. При смешанной структуре слитка из-за наличия дефектов в центре периферийная зона пластичнее центральной.

Структура слитка, полученная как путем вибрации, так и замедленного охлаждения, более плотная и однородная, чем смешанная.

Опыт исследования слитков малого веса, перенесенный на слитки весом 70—100 кг, выявил возможность получения их с однородной и плотной структурой при замедленном охлаждении. Слитки сплава ВЖ36-300 весом 70—100 кг имеют плотную структуру при отливке в керамическую форму и форму точного литья, а слитки сплава ЭИ617 весом 60 кг — при отливке в земляную форму. Установлена необходимость заливать крупные слитки с применением вибрации при остывании.

Сплав ВЖ36-300 можно плавить как на чистых металлах, так и на лигатуре. Разливать его следует при 1550°С в случае заливки в чугунные изложницы и при 1535°С в случае заливки в земляные формы.

На основании проведенного исследования рекомендована технология выплавки и разлива.

Опробование высокопрочного заклепочного сплава В94 в конструктивных узлах. С участием заводов и НИАТ проведено опробование заклепок из сплава В94. Составлена и утверждена нормаль АМТУ 367—56 на проволоку из этого сплава.

Дополнительно проверены и уточнены режимы термической обработки: нагрев под заклепку рекомендуется проводить в селитровой ванне при 465±5°С, старение — ступенчатое (при 100°С — 3 часа и при 165±5°С — 3 часа).

Испытаниями заклепок из сплава В94 различных типоразмеров в конструктивных узлах установлено, что сопротивление срезу у заклепок, поставленных в пакет, на 4—5 кг/мм<sup>2</sup> больше, чем у проволоки; у потайных головок заклепок эта разница уменьшается до 1—2 кг/мм<sup>2</sup>. Сопротивление срезу заклепок из сплава В94, поставленных в пакет, на 4—5 кг/мм<sup>2</sup> больше, чем у заклепок из сплава В65.

В отличие от заклепок из сплавов типа дуралюмин (В65, Д18 и др.) заклепки из сплава В94 при клепке пневмомолотком более склонны к появлению трещин, чем при прессовой клепке. Надежную расклепываемость в этих случаях можно обеспечить соблюдением принятых режимов термической обработки.

Заклепки из сплава В94, работающие в соединении, имеют при асимметричном цикле предел усталости (при 10<sup>7</sup> циклов), равный 18,7 кг/мм<sup>2</sup>, т. е. значительно отличающийся от предела усталости сплава В65 (19,4 кг/мм<sup>2</sup>).

Заклепки из сплава В94 расклепываются на прессах такой же мощности, что и заклепки из других алюминиевых сплавов. Клепальное оборудование и инструмент следует выбирать в соответствии с технологическими рекомендациями (выпуска 1956 г.) по применению заклепок из сплавов В94 и Д19.

Новый высокопрочный ковочный алюминиевый сплав В93. Совместно с одним из заводов разработан новый деформируемый алюминиевый сплав В93 системы Al—Cu—Mg—Zn, который имеет лучшие по сравнению со сплавом В95 литейные и ковочные свойства.

В табл. 1 приводятся механические свойства (гарантируемые) поковок из сплавов В93 и В95.

Таблица 1  
Механические свойства поковок из сплавов В93 и В95

Сплав	Механические свойства (не менее)							
	вдоль направления волокна			поперек направления волокна				
	$\sigma_b$ кг/мм <sup>2</sup>	$\sigma_{0,2}$ кг/мм <sup>2</sup>	$\delta$ %	по ширине			по толщине	
				$\sigma_b$ кг/мм <sup>2</sup>	$\sigma_{0,2}$ кг/мм <sup>2</sup>	$\delta$ %	$\sigma_b$ кг/мм <sup>2</sup>	$\delta$ %
В95	50,0	42,0	6	45,0	—	3	40,0	2
В93	48,0	44,5	6	48,0	39,0	4	48,0	3

Сплав обладает достаточной коррозионной стойкостью. Слитки этого сплава диаметром 800 мм отливаются в кристал-

лизатор с охлаждением водой. Температура литья 690—710° С; скорость литья 2—2,5 м/час.

Термообработку следует вести по следующему режиму: закалилка с температурой  $470 \pm 5^\circ \text{C}$ , сплутчатое старение при  $120^\circ \text{C}$  — 3 часа и при  $160^\circ \text{C}$  — 3 часа.

Президиум Научно-технического совета института, рассмотрев данные паспорта, рекомендовал сплав В93 к испытанию в производственно-эксплуатационных условиях в виде поковок и штамповок.

Изучение механизма разрушения при повторных нагрузках с учетом действия высоких температур. В результате дальнейшего изучения механизма разрушения при повторных нагрузках, а также изыскания путей повышения предела усталости конструкторским бюро можно дать следующие рекомендации:

а) применение высокопрочных алюминиевых сплавов В95 и Д16 при повышении температуры до  $100\text{--}150^\circ \text{C}$  не должно ограничиваться в отношении их сопротивления повторным нагрузкам; сплав Д16 сохраняет удовлетворительный предел усталости до температуры  $150^\circ \text{C}$ , а сплав В95 — до  $100^\circ \text{C}$ ;

б) сварные соединения из самолетных сталей типа хромансила следует применять в конструкциях со снятым усилением шва, а шов ориентировать под углом  $45^\circ$  к направлению максимальных растягивающих усилий.

Эти мероприятия в при- шест раз повышают долговечность при повторных статических нагрузках.

Облицовочно-декоративные слоистые пластики. Пластиком, изготовленным из качественной бумаги, пропитанной специальными синтетическими смолами, и превращенным под действием высоких температур и давлений в однородные жесткие листы, можно придавать самые различные физико-механические и диэлектрические свойства.

За последнее время эти материалы применяются как у нас, так и за рубежом для деталей агрегатов и внутреннего оборудования самолетов.

Наблюдения показали, что физико-механические свойства облицовочно-декоративных слоистых пластиков при длительной экспозиции их в атмосферных условиях Москвы (800 суток) и Батуми (240 суток) почти не изменяются — выцветают только органические красители (замеченные изменения прочностных свойств и снижение привеса образцов не выходят за пределы колебаний в состоянии поставки).

Установлено, что декоративные пластики, изготавливаемые заводом слоистых пластиков и Усть-Ижорским фанерным заводом, по ТУ 555—56 допускают гнутье без растрескивания при радиусе кривизны не менее 100 мм. Для листов толщиной 0,5—0,8 мм радиус кривизны может быть уменьшен до 50 мм, а при гнутье в горячем состоянии — до 25 мм.

Отсутствие утвержденных технологических режимов на изготовление пластиков вызывало поставку авиационным заводам материалов с неоднородными свойствами. В настоящее время разработаны режимы, устраняющие эти недостатки. Совместно с заводами составлена инструкция по применению облицовочно-декоративных слоистых пластиков при отделке кабин и внутреннего оборудования пассажирских самолетов, а вместе с ЦНИИФМ — технология изготовления материала, обладающего повышенной гибкостью.

Составлены рабочие инструкции по механической обработке, креплению и ремонту пластика.

Новый высокопрочный литейный алюминиевый сплав. Разработан сплав АЛ21 системы  $\text{Al-Mg-Zn}$ , наиболее высокопрочный из существующих конструктивных литейных алюминиевых сплавов. По технологическим свойствам он занимает промежуточное положение между сплавами АЛ9 и АЛ7 и вполне пригоден для литья фасонных деталей разных размеров и конфигураций.

В табл. 2 приведены механические свойства сплавов АЛ21, АЛ8, АЛ9 и АЛ7.

Таблица 2

Механические свойства некоторых алюминиевых сплавов

Сплав	Режим термообработки	Механические свойства			
		$\sigma_b$ кг/мм <sup>2</sup>	$\sigma_{0,2}$ кг/мм <sup>2</sup>	$\delta$ %	$H_B$ кг/мм <sup>2</sup>
АЛ21	Т-4	36—40	22—25	5—8	100—120
АЛ8		29—32	17—20	9—12	60—80
АЛ9		18—21	10—11	6—10	50—60
АЛ7		20—24	13—15	6—8	60—80

Сплав АЛ21 можно изготавливать в обычных литейных цехах, без использования специального оборудования. Он не требует применения дефицитных материалов. По свариваемости аргоно-дуговой сваркой он равноценен сплавам АЛ8 и АЛ9, по обработке резанием — сплавам АЛ7 и АЛ8 и коррозионной стойкости — сплаву АЛ7.

Президиум научно-технического совета ВИАМ утвердил паспорт на сплав АЛ21 и рекомендовал его к испытанию в производственно-эксплуатационных условиях для литья фасонных деталей самолетов, агрегатов, двигателей и приборов, работающих при нормальной температуре.

## По страницам заводских многотиражек

### Шире внедрять опыт рационализаторов

Метод восстановления клиньев при ремонте станков. При ремонте станков обычно приходилось изготавливать новые клинья, например, для направляющих суппорта, каретки и т. д., что вызывало значительные затраты времени и материала.

На одном из заводов внедрен новый метод реставрации изношенных клиньев. Он заключается в следующем. Рабочую поверхность старого клина зачищают абразивной шкуркой и подвергают пескоструйной обработке, затем из текстолита толщиной 3—4 мм вырезают полосу в соответствии с размерами клина. Обе поверхности подготавливают для оклеивания и соединяют карбинольным клеем. После этого клин подгоняют, шабры текстолитовую накладку.

Новый метод восстановления повышает долговечность клиньев и снижает трудоемкость ремонта.

Текстолитовые направляющие карусельных станков. Применение инструмента из быстрорежущей стали, оснащенного твердым сплавом, позволяет увеличить быстроходность токарно-карусельных станков. Однако

при этом на крутовых конусных направляющих станках появляются задирки. Для устранения их на направляющих взамен текстолитовых накладок применяются чугунные, а втулки шпинделя стола выполняют из антифрикционных чугуна или бронзы.

При использовании пары трения чулун — текстолит число оборотов стола может быть увеличено на 25—30%.

«Знамя победы», 1958, № 4

### Станок для гибки толстостенных труб

До последнего времени гибка труб требовала больших затрат времени и труда. Раскаленную добела заготовку длиной около метра вставляли в оправку и шесть рабочих, взявшись за длинный рычаг, по команде начинали гнуть ее. Через некоторое время трубу вынимали и замеряли угол сгиба по шаблону. В том случае, если труба не совпадала с шаблоном, ее снова нагревали и подвергали добавочной гибке. Указанный процесс повторялся иногда три-четыре раза. После этого, трубу снова нагревали и молотом устраняли эллипсность. При

этом труба опять могла не совпасть с шаблоном, тогда ее нагревали еще раз и правили вручную, на оправках. Когда труба остывала, из нее выбивали песок; однако он все же смешивался с графитом и, спекаясь при 1100—1200° С, образовывал трудноизвлекаемые пробки.

Внедрение станка позволило значительно облегчить гибку труб. В станок входит 15 узлов; основными являются корпус, состоящий из двух плит, между которыми монтируются ходовая часть, калибрующие ролики, зажимные вкладыши, стержни, применяемые для уменьшения эллипсности, гидравлический цилиндр с поршнем и реечным штоком.

Заготовку нагревают в печи до 1100° С, а затем устанавливают в станок. Рабочий, нажимая кнопку, включает гидравлическое приспособление. Через некоторое время станок выключается и из него вынимают готовую трубу.

От существующих трубогибочных станков он отличается следующим:

- а) трубы гнут без предварительной набивки их песком;
- б) в месте изгиба эллипсность не превышает допуска, что делает ненужной ручную доработку;
- в) утонение материала в месте сгиба не превышает 0,4 мм;
- г) угол сгиба контролируется по шаблону только один раз (на первой детали, по которой регулируется станок);
- д) установка и снятие деталей очень просты.

Вместо шести человек на этой операции занято теперь только трое (можно обойтись и двумя рабочими), трудоемкость изготовления каждой детали снизилась на 20 нормочасов. По предварительным подсчетам внедрение станка труб даст заводу более 40 тыс. руб. годовой экономии.

«Ударник», 1956, № 68

#### Техсоветы в борьбе за внедрение новой техники

Техсовет завода играет важную роль в решении многих перспективных и текущих задач, связанных с совершенствованием технологических процессов, внедрением новой техники и передовой технологии.

Большое внимание техсоветом в последнее время было уделено выполнению организационно-технических мероприятий. Техсовет обсудил работу механических цехов, наметил конкретные пути к быстрейшему устранению недостатков в их деятельности. Задачи, связанные с улучшением работы станочников, решались комплексно (предусматривалось оснащение цехов новой высокопроизводительной техникой, совершенствование организации труда, упорядочение вопросов зарплаты). Станочникам была оказана помощь в освоении копировально-фрезерного станка и другого оборудования.

Техсовет дважды обсуждал вопрос о внедрении термопластики в качестве материала для штамповки пуансонов. Это помогло широкому внедрению указанного процесса.

Техсовет постоянно работает в области изучения и обобщения передовых методов труда, лучшего использования имеющихся мощностей, изыскания путей дальнейшего снижения себестоимости изделий. Умелое решение всех этих задач поможет техсовету завода и техсоветам цехов стать подлинными штабами борьбы всего коллектива за технический прогресс.

«Ворошиловец», 1958, № 16

#### Бригада из двух сменщиков

Токари тт. Азаров и Агапов работают в разных сменах на одном станке — обрабатывают наружные и внутренние поверхности цилиндров шасси. Раньше каждый из них самостоятельно получал задания, заготовки, приспособления и инструмент, отдельно настраивал станок и отчитывался в выполнении задания только за себя. В результате подготовительные операции в разных сменах дублировались, на них приходилось затрачивать много времени. Кроме того, если один из токарей завершал обработку детали за 20—30 мин. до окончания смены, он уже не начинал следующую. Иногда приходилось снимать со станка неоконченную деталь, чтобы дать сменщику во время приступить к работе.

При такой организации труда непроизводительно тратилось по 2—2,5 часа. Чтобы устранить такое положение, тт. Азаров и Агапов перешли на бригадный метод обработки цилиндров. Теперь они передают станок на ходу. Время подготовки производства сократилось на 50—60%, машинное время увеличилось

с 80 до 91%, производительность труда выросла на 10—12%, рабочие выполняют сменные задания на 140—145% и сдают продукцию только хорошего и отличного качества.

«Сталинец», 1957, № 10

#### Малогабаритная угловая насадка

Для зенкования отверстий под заклепки и винты в труднодоступных местах на заводе спроектирована угловая насадка, надеваемая на корпус дрели (СД-8 или Д-2). С ее помощью можно выполнять отверстия диаметром 2,5; 3, 3,5 и 4 мм на расстоянии до 9 мм от стенки профиля.

Насадка состоит из ведомого, паразитного и ведущего зубчатых колес, которые вращаются на осях между щеками, соединенными друг с другом винтами. В оси ведомого зубчатого колеса сделано отверстие с конусностью 1:20 для зенкера.

Применение насадки позволило сократить трудоемкость сборки и повысить качество изделия.

«Ворошиловец», 1957, № 151

#### Шире использовать передовой опыт

На заводе было проведено совещание, посвященное улучшению работы БРИЗТИ и технической библиотеки. На совещании присутствовало более 40 человек, в том числе главные технолог, металлург, механик и энергетик завода, начальники отделов и т. д.

Всю работу в цехах и отделах БРИЗТИ ведет через технических информаторов (сейчас их 27 человек). БРИЗТИ выписывает и получает почти все информационно-технические издания, в том числе ВИНТИ, Ленинградского Дома научной и технической пропаганды и нескольких научно-исследовательских институтов. Вся получаемая литература направляется по соответствующим отделам и цехам завода.

Проводится большая работа по оказанию технической помощи родственным предприятиям. В 1957 г. с других предприятий было получено 133 запроса на высылку чертежей и технической документации. Почти все они удовлетворены (направлено в переводе на форматки А4 — 26344 шт.).

Через Дом научно-технической пропаганды на завод приглашались новаторы производства. Было проведено четыре дня новатора.

Наладчик т. Сосков демонстрировал работу с бесшланговым патроном на револьверном станке, конструктор т. Хомаев — высокопроизводительные штампы-автоматы своей конструкции, токарь-расточник т. Антропов — универсальный сверлильный патрон, токарь т. Савидов — литые резцы с чулунной державкой. Патроны и резцы по чертежам новаторов (с необходимыми исправлениями) уже изготавливаются и будут внедряться на заводе.

Вполне оправдал себя опыт издания «Информаций» технического совета. В 1957 г. было выпущено 14 бюллетеней общим тиражом 2800 экз. и 42 информационных листка тиражом 8400 экз.

БРИЗТИ издает серию плакатов и брошюр «Опыт новаторов — всем рабочим», в которой сообщается об опыте передовиков завода. Дирекция завода перевела техническую библиотеку и технический кабинет в главный корпус, что способствовало значительному увеличению количества читателей.

Выступивший на совещании главный инженер завода предложил всем начальникам цехов и отделов при составлении планов организационно-технических мероприятий включать в них раздел по технической информации, расширить работу по обмену передовым производственно-техническим опытом.

«Все для родины», 1958, № 5

#### Новое в работе заводской лаборатории

Центральная заводская лаборатория провела много работ по совершенствованию и внедрению новых технологических процессов, созданию новых методов контроля, установлению причин брака и дефектов и т. д.



Освоен и внедрен метод химического фрезерования деталей из алюминиевых сплавов. Сейчас с его помощью обрабатывают детали свыше пятидесяти наименований. Ведутся исследования по химическому фрезерованию стали.

Проведено исследование по ускоренному изготовлению керамических оболочек для точного литья. Существующий технологический процесс может быть сокращен более чем в 10 раз. Изучена целесообразность инфракрасной сушки стержней из пескомассы при литье чугуна, стали и алюминиевых сплавов и даны рекомендации по ее применению. В настоящее время для литейного цеха уже выполнено специальное оборудование с инфракрасными лампами; цикл изготовления стержней сокращается в четыре раза.

Проведены исследования в области склейки органического стекла с капроновой лентой, установлена причина появления «серебра» на деталях остекления, даны практические рекомендации по склейке.

Закончена большая работа «Светлый отпуск стали 30ХГСА в расплавленных щелочных солях при электролизе». Применение указанного метода дает возможность получить детали с чистой поверхностью. Проведены опыты по сварке новых материалов и сплавов. Внедрен способ устранения дефектов в отливках из магниевых сплавов путем заварки раковин, пор и т. д.

«Машиностроитель», 1957, № 67

### Изучать все то новое, что создано на заводе

В техническом кабинете завода много материалов, отражающих развитие новой техники. Здесь выставлено 24 планшета, иллюстрирующих использование новых технологических процессов. Планшет «Механизация ручных работ» рассказывает о том, как механизирован процесс развертывания винтов; на этой операции в настоящее время применяется электро-механический тайковерт, позволяющий значительно повысить производительность труда.

Замер характеристики цилиндрических пружин долгое время выполнялся вручную. Теперь для этой цели сконструирован и внедрен прибор УП-10, облегчивший и улучшивший качество проверки.

Раньше, чтобы изготовить пуансон, фрезеровщик обрабатывал каждый профиль отдельно, а слесарь выполнял доводочные операции. Однако после термообработки пуансон часто деформировался. Введение профильного шлифования после термообработки улучшило качество готовой детали, удлинит срок ее службы.

На заводе применяются многие прогрессивные процессы: сварка трением, литье в кокиль.

Кроме планшетов, в техкабинете имеются четыре витрины-выставки, где представлены в разрезе различные виды отливок, многолезвийного инструмента, пневматических приспособлений и многолезвийных державок.

«Ленинский путь», 1957, № 46



## Из опыта работы БТИ

Одной из важнейших задач работников БТИ является возможно полное использование передового производственного опыта других предприятий и организаций. Для этого прежде всего необходимо изучение всей информационно-технической литературы (сборников, журналов, бюллетеней, листов брошюр и т. п.). Весь поступающий на завод информационный материал просматривается начальником и старшим инженером БТИ для предварительной оценки и так называемой расчеховки всего материала, в зависимости от его профиля. После этого один экземпляр информационных материалов регистрируется в учетной карточке соответствующего цеха или подразделения завода и вместе с ней направляется цеховым техническим информаторам данного цеха для более глубокого изучения вопроса (контрольный отрывной талон учетной карточки остается в картотеке БТИ). Второй экземпляр информационных материалов остается в БТИ.

В обязанность технических информаторов входит широкое ознакомление заводского коллектива с поступающими материалами. С этой целью в большинстве цехов и во всех технических службах завода организованы витрины или передвижные библиотечки.

Ознакомившись с поступившей литературой, техинформатор отбирает все статьи, представляющие интерес для производства, и пересылает их соответствующим инженерно-техническим работникам для изучения возможности внедрения передового опыта.

Окончательное решение о целесообразности использования материала выносится опросным текстом или техническим совещанием при главном инженере завода, после чего включается в план оргтехмероприятий. Приказом главного инженера завода на БТИ возложена также организация командировок и экскурсий по обмену опытом на родственные предприятия. Из числа командированных назначаются ответственные, которые после возвращения из командировки делают сообщения о результатах поездки. На основе этих сообщений принимаются решения о перенесении опыта; соответствующие мероприятия включаются в оргтехплан.

Всего за 1957 г. на заводе внедрено на основе использования материалов технической информации и служебных командировок 81 техническое и организационное мероприятие с условной годовой экономией около 1,5 млн. руб.

В работе БТИ существует и ряд недостатков. В связи с малым штатом (четыре человека) бюро не успевает полностью обрабатывать всю поступающую литературу. Это не позволяет также достаточно точно учитывать количество внедренных предложений, заимствованных из литературы, и их экономическую эффективность.

Техинформаторы обычно назначаются из числа руководящего инженерно-технического персонала, что имеет и свои отрицательные стороны, так как эти работники очень загружены. БТИ не удается быстро получать необходимые рабочие чертежи и другую техническую документацию от институтов или издательских организаций, которые, как правило, сообщают только адрес соответствующего предприятия.

Дирекция завода по представлению БТИ приняла решение в 1958 г. материально стимулировать работников, занимающихся изучением, разработкой и внедрением передового производственного опыта. С этой целью открываются личные счета техинформаторов, в которые будут вноситься мероприятия, внедренные по их инициативе. Для ускорения внедрения мероприятий, точного учета их и определения экономической эффективности, а также премирования лиц, активно содействующих внедрению, все мероприятия, принятые к внедрению, будут оформляться как рационализаторские предложения через БРИЗ. Порядок прохождения таких предложений до их внедрения, а также оформления всей документации после внедрения такой же, как и обычных рационализаторских предложений. Это соответствует новому проекту инструкции по изобретательству и рационализации, предусматривающему выплату премий за содействие по внедрению в размере до 100% суммы авторского вознаграждения.

Описанный порядок внедрения опыта других предприятий ускорит внедрение ценных предложений и в то же время будет экономически целесообразным.



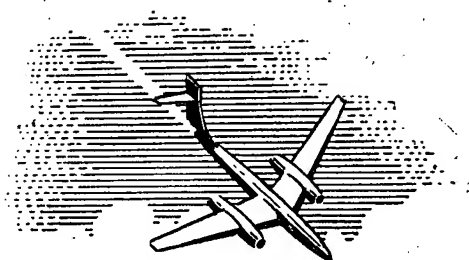
Для обобщения и распространения достижений новаторов, рационализаторов и изобретателей на заводе издаются и рассылаются по цехам и на родственные предприятия бюллетень технической информации, плакаты «Наши рационализаторы и новаторы» и информационно-технические листки. Начиная с 1-го квартала 1958 г., в многотиражной заводской газете печатается техническая страничка, в которой публикуется материал по новой технике и прогрессивной технологии на основе опыта нашего завода и других предприятий. Такая форма информации рассчитана на широкий круг читателей и способствует развитию творческой инициативы рабочих.

При БТИ имеется небольшое помещение, где проводятся лекции и совещания. Стены этого помещения используются для

показа фотопланшетов о достижениях новаторов и рационализаторов.

За 1957 г. в БТИ проведено 28 технических лекций с общим числом посетителей около тысячи человек и три лекции-консультации новаторов гг. Бушуева, братьев Ильиных и Соскова с показом приемов работы на рабочих местах. В 16 экскурсиях на родственные предприятия участвовало более 230 человек. Около 160 человек побывали на других заводах в служебных командировках. Все эти мероприятия способствовали расширению технического кругозора работников завода и внедрению передового опыта других предприятий.

А. М. Новокрещенов

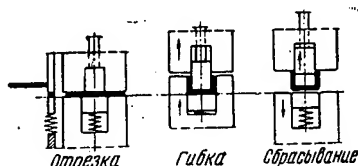


## В СМЕЖНЫХ ОТРАСЛЯХ МАШИНОСТРОЕНИЯ

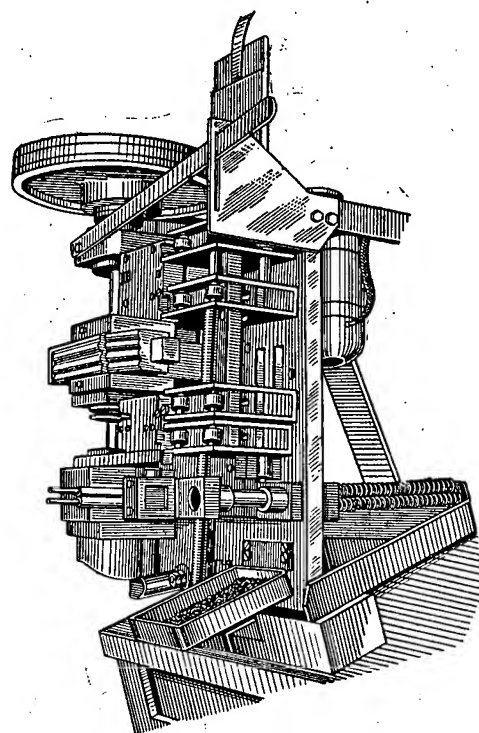
### АВТОМАТ ДЛЯ ШТАМПОВКИ СКОБ ИЗ ЛЕНТЫ

Крепежные детали из стали 10 прежде изготавливали за две операции, заключающиеся в вырубке плоских заготовок и последующей гибке их на гибочном штампе. Производительность одного рабочего не превышала 8 000 деталей в смену. Отход материала доходил до 25%.

Разработан автомат, объединяющий указанные операции. Материал подается автоматически и используется полностью без отходов. За смену автомат изготавливает 48 000 деталей.



По материалам БТИ Министерства радиотехнической промышленности СССР, «Многооперационные штамповочные автоматы для изготовления сложных деталей», 1956. Публикуется в сборнике НИИТ «Передовой опыт производства, в серии «Общие вопросы технологии авиационного строительства», 1958, вып. 2.



# Библиография

## Ценное пособие для конструкторов и технологов

В авиационной промышленности в последние годы уделяется большое внимание вопросам повышения технологичности конструкций. В процессе проектирования конструкции изделия подвергаются тщательной технологической обработке, имеющей целью обеспечить применение при изготовлении этих изделий наиболее прогрессивных методов и средств производства.

Поэтому понятен тот интерес, который вызвал выпуск в свет второго переработанного и существенно дополненного издания книги В. Б. Гокуна «Технологические основы конструирования в машиностроении» (М., Машигиз, 1957, 693 стр.).

Книга состоит из шести разделов:

1. Конструктивная преемственность в машиностроении.
2. Технологическая преемственность в машиностроении.
3. Выбор материалов и основные предпосылки к выбору методов и способов изготовления заготовок деталей машин.
4. Предпосылки к выбору операций и способов механической обработки заготовок и сборки деталей машин.
5. Технологические предпосылки конструирования заготовок деталей машин.
6. Технологические предпосылки конструирования деталей машин применительно к их механической обработке и сборке.

Раздел «Конструктивная преемственность в машиностроении» в значительной степени переработан и дополнен. На примерах из области турбостроения, считавшегося до недавнего времени типичным индивидуальным производством, автор показывает, как путем нормализационного анализа конструкций гидротурбин и построения на базе этого анализа конструктивно-нормализованных рядов удалось почти в десять раз уменьшить количество типоразмеров турбин, значительно сократить число типоразмеров их узлов и деталей и за счет этого увеличить серийность производства.

В основном заново написаны и все остальные главы этого раздела, в которых рассматриваются вопросы конструктивной нормализации в различных областях машиностроения и для различных типов машин.

Автор показывает также, каких значительных результатов добились советские машиностроители в тех областях производства, где в результате нормализации и агрегатирования стало возможным применение методов крупносерийного производства нормализованных и унифицированных деталей и узлов при индивидуальном и мелкосерийном выпуске машин.

В разделе «Технологическая преемственность в машиностроении» приведена методика построения технологических рядов деталей различных по назначению машин. В первом издании книги вопросы нормализации и унификации технологической оснастки были освещены лишь в отношении моделей и приспособлений для механической обработки; теперь эти вопросы изложены значительно шире.

Почти полностью переработан раздел «Выбор материалов и основные предпосылки к выбору методов и способов изготовления заготовок деталей машин». В нем рассматриваются сравнительные характеристики различных конструкционных мате-

риалов, оценивается значение применения в конструкциях высокопрочных алюминиевых и магниевых сплавов, металлокерамических материалов, пластмасс и др.

На ряде примеров иллюстрируется снижение веса за счет улучшения конструктивной компоновки машин путем перерасчета их деталей на прочность и жесткость. Анализируются резервы дальнейшего снижения веса конструкций, имеющиеся в отечественном машиностроении.

Раздел «Предпосылки к выбору операций и способов механической обработки заготовок и сборки деталей машин» в основном построен на материалах, приведенных в первом издании. В этом разделе много внимания уделено обработке на револьверных станках и токарных автоматах.

Раздел «Технологические предпосылки конструирования заготовок деталей машин» охватывает вопросы конструирования литых, горяче- и холодноштампованных, сварных, металлокерамических и пластмассовых заготовок. Рассматривается влияние конструктивных форм заготовок на их качество и трудоемкость изготовления, возможности экономии расходуемого на заготовки металла.

Почти заново написана глава о заготовках из пластических масс. Это одна из наиболее важных по практической ценности и новизне материала частей пособия.

Раздел «Технологические предпосылки конструирования деталей машин применительно к их механической обработке и сборке» хотя и расширен, но содержит недостаточно конкретный материал; в нем мало примеров, и он бедно иллюстрирован.

Подробное освещение в книге методов конструирования машин, основанных на сочетании высоких конструктивных и технологических свойств проектируемых изделий, отражает прогрессивные направления в советском машиностроении и его передовой опыт. Однако ценность работы значительно повысилась бы при более подробном и всестороннем рассмотрении вопросов нормализационного направления в освоении новых конструкций машин в серийном производстве — направления, наиболее прогрессивного и эффективного.

В условиях современного машиностроения, когда техника очень быстро обновляется, основным методом сокращения сроков и стоимости освоения новых изделий является комплексная нормализация элементов производственного процесса — технологических процессов, оборудования и оснастки. Комплексная нормализация создает наиболее благоприятные условия для перехода предприятий с одного изделия на другое с наименьшими затратами труда и времени.

Кроме того, в книге недостаточно подробно освещен опыт, накопленный предприятиями и научно-исследовательскими институтами отечественного машиностроения в области типизации технологических процессов, нормализации оборудования и оснастки.

В разделе «Технологические предпосылки конструирования заготовок деталей машин» неполно показаны новые методы

получения точных заготовок, в частности, прессование сложных профилей и панелей, получение точных отливок методом последовательной кристаллизации, тонкостенных отливок методом выжимания и др.

В разделе «Конструктивная преемственность в машиностроении» недостаточно подчеркнута значимость технологической отработки конструкций новых машин для заблаговременного определения тех требований, которые они предъявляют к серийному производству. Технологическая отработка конструкций позволяет заблаговременно приступить к проектированию и изготовлению необходимого оборудования, новой технологической

оснастки, освоить новые технологические процессы, заранее осуществить реконструкцию заводов и др.

Отсутствует также показ методики совместной работы конструкторов и технологов непосредственно в конструкторских бюро, на разных стадиях проектирования, включая и эскизное проектирование.

Однако, несмотря на отмеченные выше недостатки, книга В. Б. Гокуна весьма интересна для конструкторов и технологов машиностроительных предприятий и конструкторских бюро. Конструкторы и технологи авиационной промышленности почерпнут в ней много нового и полезного для их работы.

В. Б.

## Книги и журналы

### Самолетостроение

Hilbert C. L. Some recent applications of chemical machining. «Machinery» (L), 1957, v. 91, N 2340, p. 682—86. «Machinery» (N. Y.), 1957, v. 63, N 11, p. 164—69.

Химическое фрезерование. Новые примеры работ по химическому травлению вместо фрезерования алюминия, магния, титановых сплавов и нержавеющей стали, выполненных на авиационном заводе фирмы Конвэр Дивизион Динамика Корпорейшн (США). Травление ребер жесткости на панелях и впадин в местах сверления отверстий под заклепки. Краткое сообщение о методе производства тонкостенных труб с утолщенными концами. Травление резьбовых изделий для снятия припуска перед кадрированием.

Keen E. D. Design for production. «J. Royal Aeronautical Society», 1957, v. 61, N 562, p. 679—87.

Конструкторская и технологическая подготовка серийного производства самолетов. Планирование производства. Оборудование конструкторских бюро. Изучение существующих и новых конструкций и методы их производства. Содружество конструкторского и технологического отделов. Пути улучшения технологичности конструкций.

Van Beek I. E. J. Design aspects of bonded structures. «Flight», 1957, v. 72, N 2544, p. 655—57.

Конструктивные особенности клееных узлов. Применение клея «Ридакс». Результаты статических испытаний и испытания на усталость готовых деталей и узлов самолета Фоккер F-27.

Young H. F. Forming magnesium skin panels for aircraft. «Machinery» (L), 1957, v. 91, N 2347, p. 1105—10.

Формообразование панелей обшивки самолетов из магниевого сплава. Описание нового метода формообразования, разработанного фирмой Авро Эйркрафт (Канада) для мелко-серийного производства. Метод заключается в нагревании прикреплённой к шаблону заготовки с одновременным приложением к ней давления в автоклавах, которые обычно применяются при склеивании металлов. Описание технологического процесса.

Young H. F. High-speed skin milling operations. «Machinery» (L), 1957, v. 91, N 2354, p. 1486—88.

Скоростное фрезерование монолитных панелей и других элементов конструкции самолета. Описание 200-тонного копировально-фрезерного станка портального типа фирмы Керней и Треккер и процесса фрезерования. Станок может быть переведен на программное управление. Производительность станка — 6145 см<sup>3</sup> в минуту.

### Авиадвигатели

Бондарюк М. М., Ильяшенко С. М. Прямоточные воздушно-реактивные двигатели. М., Оборонгиз, 1957, 394 с.

Сведения по теории, характеристикам, конструкции и проектированию дозвуковых и сверхзвуковых прямоточных воздушно-реактивных двигателей, изложенные на основании материалов отечественной и зарубежной периодической печати и моно-

графий. Анализируется теория основных элементов двигателя: диффузоров, камер сгорания и реактивных сопел, а также работа всего двигателя в целом. В качестве источника энергии рассмотрено применение как молекулярного, так и ядерного горючего.

Для ИТР и студентов авиационных вузов.

Gisholt Masterline lathe for copy-turning turbine discs. «Machinery» (L), 1957, v. 90, N 2334, p. 314—16.

Копировально-токарный станок Gisholt Masterline для обработки дисков турбин. Краткое описание конструкции и работы станка с гидравлическим копировальным приспособлением и центральным приводом. Предназначен для одновременной двусторонней обработки дисков турбин из нержавеющей стали и титановых сплавов диаметром 711 мм и толщиной 2,8 и 2 мм. При экспериментах получены диски толщиной до 0,178 мм. Точность обработки превышает 0,025 мм.

Nickols L. W. New comparator for measuring pitch errors fir—tree root serrations in gas turbine discs. «Machinery» (L), 1957, v. 91, N 2340, p. 707—12. «Metalworking Production». 1957, v. 101, N 39, p. 1750—54.

Новый компаратор для замера ошибок шага зубьев елочного замка в дисках газовых турбин. Описание и схемы прибора, разработанного Национальной физической лабораторией (Англия). Точность измерения  $\pm 0,0025$  мм.

### Управляемые снаряды

Локк А. С. Управление снарядами. Пер. с англ. М., 1957, Гос. изд-во технико-теоретической литературы, 1957, 775 с. (Основы проектирования управляемых снарядов).

Один из выпусков серии, издаваемой Г. Мериллом, техническим руководителем проекта баллистической ракеты «Юпитер» (США).

Первая несекретная книга, в которой подробно излагаются основные вопросы, возникающие при проектировании систем управления снарядами.

Несмотря на некоторые особенности изложения материала, книга может быть полезна всем, изучающим технику управления снарядами.

Burdick D. G., Wood P. I. and other. Guided missiles call for airborne auxiliary power. «Mechanical Engineering», 1957, v. 79, N 8, p. 733—37.

Вспомогательные силовые установки для управляемых снарядов. Краткий перечень и описание существующих типичных вспомогательных силовых установок.

Power for ballistic missiles. «Aeroplane», 1957, v. 92, N. 2379, p. 476—77.

Двигатели для баллистических ракет. Краткий обзор развития производства ракетных двигателей в США, начиная с 1945 г. Работа научно-исследовательского центра по испытанию ракетных двигателей в Санта-Сусанна, близ Лос-Анжелоса.

## Авиационные материалы

Hoff N. J. Buckling at high temperatures. «J. Royal Aeronautical Society», 1957, v. 61, N. 563, p. 756—74.

Коробление при высоких температурах. Обзор существующих методов решения проблемы коробления в сверхзвуковых самолетах и ракетах и новые теории коробления круглых цилиндрических оболочек под действием ползучести. Анализируются свойства материалов при равномерном незначительном и неравномерном значительном нагревании элементов конструкции самолета, а также при длительном нагревании, вызывающем ползучесть и коробление.

Meikle G. Metallic materials in aircraft structures — present and future. «J. of the SLAE», 1957, v. 6, N. 10, p. 2—17.

Металлические материалы в конструкциях самолетов настоящего и будущего. Материалы для сверхскоростных самолетов. Титан и его сплавы, стали, высокопрочные стали.

New magnesium-torium alloy. «Metal Treatment», 1957, v. 24, N. 140, p. 205—206.

Новый магниевый-ториевый сплав. Сплав HM21XA-T8 (Дай Кемикл Ко), поставляемый в виде листов и плит для сверхзвуковых самолетов и летающих снарядов, отличается легкостью, прочностью и высокой термостойкостью, хорошо сваривается. Сравнение свойств при высоких температурах сплава HM21XA-T8 и ранее полученного сплава HK31A.

Titanium and its alloys. «Metal Treatment», 1957, v. 24, N. 140, p. 181—86.

Титан и его сплавы. Отчет о Лондонской конференции по вопросу: титан и его применение в авиационной промышленности. Обзор современного состояния производства титана, технологии изготовления из него различных деталей и применяемого оборудования.

Tripp R. British approach to honeycomb production. «Metalworking Production», 1957, v. 101, N. 35, p. 503—509.

Производство сотовых конструкций. Обзорная статья о современном производстве сотовых конструкций в США и Англии. Существующие способы изготовления сотовых конструкций; образцы готовой продукции; оборудование, обеспечивающее последовательность и непрерывность производства.

## Приборостроение

Козлов М. П. Зубчатые передачи точного приборостроения. М., Оборонгиз, 1958, 393 с.

Проектирование, изготовление и контроль зубчатых передач счетно-решающих механизмов, приборов управления и других точных механических устройств. Вопросы точности изготовления зубчатых колес и условия обеспечения всех других требований, предъявляемых к зубчатым передачам, применяемым в приборостроении. Используются заводские и ведомственные материалы, обобщающие опыт отечественного приборостроения, а также данные, опубликованные в иностранной печати.

Для конструкторов, технологов, мастеров и высококвалифицированных рабочих приборостроения, для работников ОТК и студентов вузов.

Полупроводники в науке и технике. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1957, т. 1, 147 с. (АН СССР, Ин-т полупроводников).

В первом томе выпускаемого АН СССР двухтомника излагаются основы теории полупроводников (электропроводность, термо- и гальваномагнитные свойства полупроводников, контактные явления, явления диффузии, термоэлектрические свойства) и приводится описание полупроводниковых приборов и областей их применения.

Для широкого круга ИТР.

## Автоматизация и механизация

Кузовков Н. Т. Теория автоматического регулирования, основанная на частотных методах. М., Оборонгиз, 1957, 246 с.

Частотные методы анализа и синтеза следящих и регулируемых систем, описываемых линейными дифференциальными уравнениями с постоянными коэффициентами.

Для ИТР и студентов вузов.

Попов К. А. Автоматизация подачи заготовок и съема штампов. «Автомобильная промышленность», 1958, № 1, с. 33—35.

Описание, принцип действия и схемы автоматической установки для смазки и подачи крупных плоских заготовок в штампы и подвешенного съемника штампов, разработанных коллективом комплексной бригады кузовного цеха Горьковского автозавода. Применение этих установок на прессах двойного действия увеличивает пропускную способность прессов на 35—50%.

B. O. C. Tape-controlled flame-profiling machine. «Machinery» (L), 1957, v. 91, N. 2350, p. 1288—89.

Копировальный станок для резки пламенем, оснащенный системой программного управления. Описание конструкции и работы автоматического станка, разработанного Бригитиш Оксиген Ко, для резки пламенем листов размером 1830×2135 мм при толщине до 51 мм. Точность  $\pm 0,39$  мм по длине 9,15 м. Скорость и ширина резания, а также продолжительность предварительного нагрева металла определяются программой, записанной на магнитную ленту.

Read F. S. Automatic control by punched tape. «Process Control and Automation», 1957, v. 4, N. 1, p. 6—8.

Автоматическое управление станками с помощью перфорированной ленты. Оборудование, применяемое в производстве для программирования посредством перфорированной ленты с пятизначным кодом. Принцип действия пяти различных перфораторов. Разновидности устройств для автоматического контроля записи на ленте. Ленточитающие устройства. Краткое описание системы электронного управления Ferranti и E. M. I.

Sommer G. M., Barlow R. H. Transfer pressing. «Sheet Metal Industries», 1957, v. 34, N. 364, p. 565—73; 584.

Штамповка на многопозиционных прессах последовательно-го действия с автоматической подачей деталей от одной позиции к другой. Подробное описание конструкции нескольких видов агрегатированных прессов. Их работа и преимущества перед поточной линией прессов. Схемы механизмов подачи деталей, работа которых автоматически синхронизируется с работой пресса.

## Вопросы организации труда и производства

Белорусец, Б. М. Техника безопасности и санитария при производстве чугуна и стального фасонного литья. М., Машгиз, 1957, 238 с.

Основные вопросы организации здоровых и безопасных условий труда при производстве чугуна и стального фасонного литья. Рекомендации по оздоровлению условий труда путем совершенствования техники и технологии. Примеры решения этих задач на основе передового опыта заводов.

Практическое пособие для ИТР и технических инспекторов профсоюзов, обслуживающих литейные заводы и цехи.

Сатель Э. А. Основы организации и планирования машиностроительных предприятий СССР. М., Машгиз, 1957, 156 с.

Особенности, задачи и основные этапы развития организации и планирования социалистических машиностроительных предприятий. Вопросы организации производственного процесса и структуры предприятий, а также вопросы управления ими. Характеристика основных типов производства.

Один из выпусков учебного пособия по комплексному курсу «Организация и планирование предприятий машиностроительной промышленности»; книга может быть полезна ИТР машиностроительных заводов.



Фоминых Л. Опыт разработки и использования прогрессивных норм расхода металла. «Плановое хозяйство», 1958, № 1, с. 35—44.

Опыт куйбышевских заводов в области проектирования прогрессивных плановых норм расхода металла, использования норм в целях стимулирования мобилизации внутрипроизводственных резервов, сокращения номенклатуры норм и упрощения нормирования.

Юрьев Н. М., Кириллов И. А. Техпромфинплан машиностроительного завода. Под ред. проф. Э. А. Сатя, М., Машгиз, 1957, 232 с.

Порядок разработки техпромфинплана завода. Наряду с подробными расчетами, наиболее полно характеризующими исчисление того или иного показателя, приводятся укрупнен-

ные методы расчета, которые значительно ускоряют и упрощают получение искоемых данных.

Для студентов инженерно-экономических институтов и для экономистов машиностроительных заводов.

Kopinski J.—Planowanie operatywne oparte o komplectowanie wedlung zespolow. «Ekonomika i organizacja pracy», 1957, N. 11, str. 491—99.

Оперативное планирование, основанное на поузловой сборке. Разбираются вопросы планирования. Приводятся примеры документации.

Pemberton J. G. Industrial safety in the United States. «Mass Production», 1957, v. 33, N. 6, p. 78—82; 87.

Организация охраны труда на заводах США.

## В последних номерах основных машиностроительных журналов

«Вестник машиностроения», 1958, № 4

Федякин Р. В., Чесноков В. А. Зубчатые передачи с зацеплением М. Л. Новикова, с. 3—11.

Первая из серии статей о созданной доктором техн. наук М. Л. Новиковым новой теории точечного зацепления, предназначенного для передач большой мощности и о созданной им на этой базе новой системе зацепления, обладающей большой нагрузочной способностью и свободной от органических недостатков эвольвентного зацепления. Результаты промышленных испытаний и исследований, проведенных более чем на 50 заводах, в научно-исследовательских институтах и вузах страны показали, что новые зубчатые зацепления весьма перспективны. Данная статья написана сотрудниками научно-исследовательской лаборатории, специально созданной для изучения зубчатых зацеплений М. Л. Новикова.

Акименко А. Д. и др. Использование отходящего азота кислородных установок в качестве защитной атмосферы при нагреве металла в печах, с. 40—42.

Метод использования отходящего азота кислородных установок для создания защитной атмосферы в термических печах для обработки инструментов, разработанный заводом «Красное Сормово» совместно с Горьковским политехническим институтом. Описание и схема опытной промышленной установки для очистки технического азота от избыточного кислорода.

Воробьев К. Г., Сычев Ю. Н. Опыт модернизации станков-автоматов на Автозаводе им. Лихачева, с. 45—49.

Описание мероприятий по модернизации ряда автоматов, занятых в производстве крепежных изделий, в результате которых производительность оборудования повысилась на 15—20%.

Мамаев В. С. Условия рациональной эксплуатации минералокерамических резцов, с. 49—51.

Исследования рациональных условий эксплуатации и режущих свойств минералокерамических резцов ЦМ-332, проведенные в лаборатории резания металлов МВТУ им. Баумана. Рекомендации по заточке и доводке резцов. Выбор конструктивной формы передней грани резца, обеспечивающей прочность лезвия. Рекомендуемые режимы резания. Сравнение минералокерамических резцов с твердосплавными.

Доценко Н. И. Электроимпульсная наплавка металла в жидкости, с. 56—59.

Преимущества способа автоматической электроимпульсной наплавки для восстановления изношенных деталей. Сущность процесса и применяемое оборудование. Исследования износоустойчивости деталей, наплавленных этим способом.

«Станки и инструмент», 1958, № 4

Эрпшер Ю. Б. Автоматические линии с верхней транспортировкой деталей, с. 1—6.

Преимущество метода верхней автоматической транспортировки деталей над станками с помощью подъемников: универсальность и возможность использования для автоматической обработки стандартных серийных станков без серьезной их пере-

делки. Схемы и принцип действия ряда загрузочных устройств к станкам, которые могут быть использованы при компоновке автоматических линий данного типа. Описание и схемы автоматической линии с верхней транспортировкой деталей, состоящей из восьми специальных сверлильно-расточных и фрезерных станков, которая была построена станкозаводом им. Орджоникидзе в 1955 г. и успешно работает на одном из уральских заводов.

Зусман В. Г., Вульфсон И. А. Некоторые вопросы проектирования систем цифрового программного управления станками, с. 9—13.

Цифровое управление установочными перемещениями. Системы управления движениями исполнительных органов в процессе формообразования. Вопросы программирования. Структурная схема устройства ЛП-3, разработанного в ЭНИМС для перевода цифровых данных с перфорированной на магнитную ленту в импульсную кодировку.

Зингерман А. С., Каплан Д. А. Исследование источника питания электроискровых станков, с. 14—15.

Результаты исследования генератора импульсов типа RC, применяемого при электроискровой обработке.

Тихомиров Н. А., Бартенев, Н. Г. Автомат для накатывания резьбы одновременно на двух концах шпильки, с. 21—22.

Описание автомата для накатывания резьбы на шпильках малых диаметров, применяемых в приборостроении. Схема, принцип действия и общий вид автомата; устройство бункерного механизма для подачи заготовок и рычага сброса. Расчетная производительность автомата — 24 000 деталей в смену. Эксплуатация показала достаточную стабильность работы при накатывании резьбы на шпильках диаметром 3—5 мм, длиной 30—200 мм.

Динабургский Г. М., Криц И. Г. Механизация процесса заделки концов гибких шлангов, с. 33—34.

Краткое описание механизированного процесса присоединения концов гибких шлангов к ниппелям, который позволил увеличить производительность труда примерно в 2 раза.

«Приборостроение», 1958, № 3

Бобылев А. В. Марганцовый мельхиор — высокопрочный медный сплав, с. 22—24.

Новый медноникелевомарганцовый сплав (марганцовый мельхиор), являющийся полноценным заменителем бериллиевой бронзы. Сопоставление механических и физических свойств марганцового мельхиора и бериллиевой бронзы, содержащей 2—2,25% Ве. Результаты испытаний нового сплава. Сплав пригоден для изготовления проволоки, трубок и мембран различного профиля. Чувствительные элементы из марганцового мельхиора могут удовлетворительно работать при температурах до 200°С.

Дворкина М. М. Малогабаритный холодновысадочный автомат, с. 24—26.

Описание специального холодновысадочного полуавтомата



конструкцию новатора производства П. А. Гудкова для изготовления контактов и заклепок диаметром 0,75—3,0 мм и длиной 0,5—7,0 мм из различных металлов. Конструкция полуавтомата основана на использовании кулачковой передачи. Принципиальная схема полуавтомата. Некоторые данные его технической характеристики: число ударов в минуту 73; ход ножа 15 мм; ход высадочного ползуна 27,5 мм; мощность мотора 0,5 квт, число оборотов мотора 1400 м/сек, вес 40 кг. Внедрение полуавтомата на одном из заводов подняло производительность труда и принесло большую экономию металла.

Выставка приборостроения венгерской народной республики, с. 23—29.

Краткий обзор экспонатов выставки венгерского приборостроения, организованной в Москве в декабре 1957 г. МЕТРИМПЕКС (приборостроительное экспортное предприятие Венгрии).

#### «Приборостроение», 1958, № 4

Карибский В. В. Генератор тактирующих импульсов для системы цифрового программного управления станком, с. 5—8.

Схема генератора, изменяющего частоту повторения импульсов через  $1/16$  в зависимости от хода перфороленты (для системы цифрового программного управления металлорежущими станками). Генератором служит несимметричный мультивибратор, частота колебаний которого изменяется в зависимости от величины напряжения, снимаемого с преобразователя кода в напряжение. Выходные импульсы получаются путем дифференцирования отрицательных перепадов на аноде одной из ламп. Приведенная схема может быть рекомендована как простая и надежная для тех случаев, когда частоту повторения импульсов в зависимости от приходящего кода точно изменять необязательно.

Казак А. В. Обработка цинковых сплавов сверлением, с. 12—14.

Затруднения, возникающие при сверлении глубоких отверстий небольших диаметров (до 6—8 мм) в деталях приборов, изготовленных из цинковых сплавов методом литья под давлением. Описание специальной исследовательской работы по изучению обрабатываемости сверлением подобных деталей. Испытание проводилось на цинковых сплавах ЦАМ6-1 и ЦА4-МЗ спиральными сверлами из быстрорежущей стали Р9. Ряд практических указаний, обеспечивающих требуемую точность (4—5-го класса) и чистоту обработанной поверхности.

Призент Д. И. Прессование плоских металлокерамических деталей с углублениями, с. 15—17.

Три основные операции изготовления плоских металлокерамических деталей: прессование заготовки из порошка (в пресс-форме), спекание и калибровка — обжатие спеченой заготовки в калибровочной пресс-форме для получения правильной геометрической формы, точных размеров и увеличения плотности. Практические указания по выполнению этих операций. Конструкция прессформы для прессования платины и моста барабана часов «Победа», которая может быть использована также и в других отраслях точного приборостроения для прессования аналогичных деталей.

#### «Литейное производство», 1958, № 3, 4

Лясс А. М., Чжоу Яо-Хо. О некоторых факторах, влияющих на образование горячих трещин в стальных отливках, с. 20—24 в № 3; 19—23 в № 4.

4. 1. Вопросы усадки стали и ее прочностных свойств при затвердевании. Исследования проведены литейным отделом ЦНИИТМАШ совместно с кафедрой литейного производства Института стали.

4. 2. Исследование податливости формовочных смесей на специально сконструированном приборе. Схема прибора, методы испытаний. Влияние связующих материалов и типа стерж-

ней на величину напряжений, возникающих в отливках. Поверхностное сопротивление формы усадке отливок.

#### «Сварочное производство», 1958, № 3

Шоршоров М. Х., Назаров Г. В. Влияние некоторых легирующих элементов на свойства сварных соединений титана и его сплавов, с. 30—33.

Исследование свариваемости технического титана и его сплавов с алюминием, оловом, марганцем, ванадием, вольфрамом и др. Работа выполнена в лаборатории сварки металлов Института металлургии имени А. А. Байкова АН СССР. Проверка свойств сварных соединений проводилась на техническом титане ИМП1А и ВТ1Д и на сплавах титана двух типов: не требующих и требующих термообработки после сварки. Практические рекомендации для обеспечения наилучших свойств сварных соединений.

#### «Сварочное производство», 1958, № 4

Бойцов В. В., Костюк В. А., Орлов Б. Д. Автоматизация сварочных работ в авиационной промышленности, с. 1—5.

Непрерывное и быстро прогрессирующее внедрение процессов сварки и пайки в современном авиастроении; их решающие преимущества в сравнении с клепкой. Необходимость возможно более полной механизации и автоматизации сварочных процессов для обеспечения высокого качества сварных авиационных конструкций. Исследования по разработке новых методов сварки и совершенствованию технологии и оборудования известных механизированных и автоматизированных процессов для применения их в условиях авиастроения. Примеры типовых представителей узлов сварных авиационных конструкций, автоматических методов их выполнения и применяемого универсального и специализированного оборудования. Задачи и перспективы дальнейшего развития автоматизации сварочных работ в авиационной промышленности.

Куркин С. А., Винокуров В. А. Деформации тонколистовых элементов при сварке и борьба с ними, с. 28—31.

Три вида сварочных деформаций в тонколистовых элементах. Метод расчета деформации общего коробления для частного случая сварки двух листов одинакового размера. Борьба со сварочными деформациями тонколистовых конструкций методом механического воздействия, заключающимся в создании пластических деформаций в районе шва и околошовной зоны, по знаку противоположных сварочным; применение для этой цели прокатки и статического обжатия. Схема машины для прокатки швов полотнищ и кольцевых швов обечаек, сконструированной сварочной лабораторией МВТУ им. Баумана.

Васильев К. В. Дуговая резка алюминиевых сплавов в струе аргоно-водородной смеси, с. 32—34.

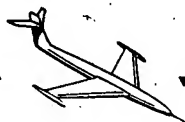
Описание проведенных ВНИИАвтоген исследований процесса резки алюминиевых сплавов электрической дугой в струе защитного газа с помощью вольфрамового электрода. Механизм и закономерности процесса, его важнейшие свойства и оптимальные условия выполнения. Установка для газодуговой резки конструкции ВНИИАвтоген. Возможность применения процесса для резки магния и других цветных металлов, а также нержавеющей стали.

Кочергин Д. А. Дуговая резка алюминия вольфрамовым электродом в среде защитных газов, с. 34—36.

Описание экспериментальной работы, показавшей возможность дуговой резки алюминия вольфрамовым электродом при использовании сварочного генератора ГС-500 с напряжением холостого хода 90 в. Конструкция горелки для дуговой резки алюминия вольфрамовым электродом. Ряд практических указаний по выполнению резки.

Тюльков М. Д. Всесоюзное научно-техническое совещание по сварке в атмосфере защитных газов, с. 46—47.

Краткий отчет о совещании, проведенном в декабре 1957 г. НТО Машпром и комиссией по координации научно-исследовательских работ по сварке при Институте металлургии АН СССР.



## Письма в редакцию

### НОРМАЛИЗОВАТЬ ТРЕБОВАНИЯ К ДЕТАЛЯМ, ПОДВЕРГАЕМЫМ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

Несмотря на то, что наши двигателестроительные заводы имеют большой опыт по изготовлению и обработке стальных деталей, подвергаемых химико-термической обработке, этот опыт еще не обобщен, а технические требования не нормализованы. Поэтому конструкторы при разработке и оформлении чертежей задают требования без учета технических возможностей, исходя лишь из желания обеспечить такие требования. Так, например, одним из главных конструкторов для тонкостенных и сложных в изготовлении колец подшипника из стали 12ХНЗА задан слой цементации 0,8—1,0 мм при твердости  $R_c=60-65$ . Между тем, хорошо известно, что размер в 0,2 мм может быть обеспечен только на деталях простой конфигурации, не претерпевающих заметной деформации при термообработке и не подвергаемых шлифованию.

Проведенные исследования и многолетний опыт работы показывают, что твердость цементированного слоя по глубине не одинакова. Наиболее велика твердость слоя у поверхности, затем она постепенно снижается, переходя в твердость сердцевины. Поэтому твердость цементированной поверхности  $R_c=60$  и выше можно обеспечить в серийном производстве только в том случае, если твердость цементированного слоя шлифуется на незначительную величину (не более  $\frac{1}{4}$  толщины слоя) или не шлифуется совсем. Если же цементированный слой шлифуется на большую толщину, как чаще всего это и бывает, то в этом случае твердость цементированного слоя готовой детали будет  $R_c=56-58$ . Обеспечить и гарантировать твердость  $R_c=60$  и выше для тонких деталей сложной конфигурации, подвергающихся значительному короблению при термообработке и имеющих большой припуск на шлифование слоя, невозможно. Задание технически не обоснованных требований к кольцам подшипников привело к тому, что было израсходовано много материала, опробовано большое количество вариантов технологических процессов, бесполезно потеряно много времени и затрачено много средств, однако годных деталей по заданным условиям получено не было.

В ряде случаев в чертежах неправильно задаются не только глубина и твердость цементированной поверхности, но и твердость сердцевины. Стремясь достигнуть более легкой обрабатываемости, верхний предел твердости сердцевины занижают настолько, что его практически невозможно обеспечить. Часто в чертежах неправильно задаются требования по глубине слоя и твердости для деталей, подвергаемых цементированию или азотированию. Иногда совершенно не учитывают, что стали с высоким содержанием хрома (4Х14Н14В2М, Х10С2М) обладают чрезвычайно малой скоростью азотирования. Тем не менее на детали из этих сталей задаются повышенные слои азотирования, получить которые практически невыполнимо. Существует ряд других технических не выполнимых требований, которые вызывают в производстве значительные осложнения. Это свидетельствует о необходимости нормализации требований к деталям, проходящим химико-термическую обработку, с тем, чтобы конструктор всегда имел под руками нормаль и назначал требования в чертеже согласно этой нормаль. К сожалению, такая нормаль пока отсутствует.

Для того чтобы восполнить этот пробел и нормализовать требования, на заводе разработан проект нормаль, содержащий ряд основных данных по изготовлению и обработке деталей, подвергаемых химико-термической обработке; эти данные систематизированы и обобщены на основе многолетнего опыта завода. Институты должны, используя этот проект, обобщить опыт работы заводов по затронутому вопросу и оформить нормаль в качестве обязательного руководящего документа. Внедрение подобной нормаль исключит случаи неоправданных затрат средств и времени при освоении и изготовлении новых деталей.

И. В. Соловьев

### БОЛЬШЕ ВНИМАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ СТУДЕНТОВ- САМОЛЕТОСТРОИТЕЛЕЙ

Курс технологической подготовки будущего инженера-самолетостроителя складывается из лекций по технологическим дисциплинам общего машиностроения и самолетостроения, лабораторных работ, курсовых проектов, производственной практики в учебных мастерских института и на самолетостроительных заводах, в ОКБ и НИИ.

Первую производственную практику — после 3-го курса; в течение семи недель — студент проходит в заготовительно-штамповочных и механических цехах, причем он работает рабочим 3—4-го разряда, преимущественно на одном рабочем месте. Вторая производственная практика — после 4-го курса, также в течение семи недель — проводится в сборочных цехах, где студент выполняет обязанности квалифицированного рабочего или младшего инженерно-технического работника цеха (мастера, контролера, технолога). На преддипломной практике, по окончании 5-го курса, студент семь-девять недель работает инженером-конструктором или технологом на двух-трех рабочих местах.

Основой проведения практики является работа на рабочем месте, выполнение всех обязанностей рабочего, мастера, техника, инженера. Опыт многих заводов показывает, что при помощи цеховых работников большинство студентов быстро осваивается с производственной обстановкой и успешно выполняет порученные задания. На некоторых операциях студенты не только выполняют, но и значительно перевыполняют производственные нормы.

При прохождении практики студент на собственном опыте познает удачные и неудачные в отношении технологичности конструктивные решения деталей, узлов, агрегатов, наглядно убеждается в том, какие трудности в производстве вызывают нетехнологичные конструкции. От того, насколько глубоко во все это он вникает на производственной практике, в значительной мере зависит уровень технологической подготовки будущего молодого инженера. Поэтому работники заводов авиационной промышленности непосредственно заинтересованы в высококачественном проведении производственной практики.

Однако практиканта часто ставят на рабочее место в качестве подручного, когда по условиям работы он там совсем не нужен. В этом случае студент фактически оказывается в роли наблюдателя и не принимает участия в выполнении производственных операций. Нередко практикантам в течение продолжительного времени поручают выполнять элементарные операции. Так, на некоторых заводах студенты несколько дней подряд зачищают заусенцы. Подобная «практика» мало помогает будущему инженеру в изучении производства, его потребности к конструкции изделий.

Конечно, практиканту нельзя поручать выполнение любой операции, работу на сложном оборудовании, предлагать решение очень сложных технических задач с первого дня прихода на завод. Необходимо какой-то период для того, чтобы он ознакомился с работой квалифицированного рабочего, технолога, мастера, поработал над выполнением простых операций; если это время правильно используется, то студент-практикант, как показывает опыт, очень быстро осваивает даже сравнительно сложные операции.

Продолжительность всех практик сравнительно невелика. Поэтому необходимо создать условия для выполнения практикантом комплекса основных технологических операций с использованием различного оборудования, инструмента, оснастки, применяемых данной бригадой. При тщательном продумывании каждым студентом графика прохождения практики это требование может быть удовлетворено.

Благодаря такому графику создаются наиболее благоприятные условия для глубокого изучения технологических процессов и требований, предъявляемых производством к конструкции деталей, узлов и агрегатов.

Производственная практика способствует развитию у будущего инженера творческого отношения к труду. Опыт показывает, что при дружной работе работников института и заво-

дов студенты активно включаются в рационализаторскую работу в цехах заводов. Участие их в этом деле может оказать существенную помощь в улучшении технологии производства. К сожалению, в большинстве случаев упомянутые возможности используются очень слабо. Руководство цехов, заводские БРИЗ и соответствующие отделы главного технолога не привлекают студентов к этой важной работе.

В соответствии с положением о производственной практике основанием для ее проведения является договор между институтом и заводом. Согласно этому договору по заводу издается приказ, в котором указывается распределение практикантов по цехам. На основании этого приказа начальники цехов выделяют руководителей практики и принимают студентов в цех. Этим фактически и заканчивается участие руководства завода и цехов в проведении практики.

Нам кажется, что это неправильно. Главный инженер, главный технолог и их заместители, а также другие руководящие работники завода должны уделять хотя бы немного времени практикантам, делиться с ними своим опытом, интересоваться ходом практики. Начальники цехов должны повседневно руководить практикой в своем цехе, регулярно встречаться с практикантами. Необходимо, чтобы начальник цеха наблюдал за распределением студентов по рабочим местам, составлением графика прохождения практики каждым студентом, участвовал в проведении семинарских занятий с практикантами и в приеме у них зачетов. Подобное общение руководителей завода и цехов с практикантами положительным образом скажется на подготовке будущего инженера.

Наши предложения сводятся к следующему:

1. В период прохождения первой и второй производственной практик студента необходимо обеспечить самостоятельным рабочим местом в соответствии с программой практики. Начальники цехов должны рассчитывать на студентов как на рабочую силу средней квалификации и планировать отпуска рабочих и ИТР цеха так, чтобы практиканты заменяли лиц, ушедших в отпуск.

2. В первые дни практики в каждом цехе должны составляться индивидуальные графики прохождения практики с таким расчетом, чтобы каждый студент имел возможность выполнять основные технологические операции, использовать основные виды оснастки и инструмента, работать на основных видах оборудования, применяемых на данном участке.

3. БРИЗ завода следует шире привлекать студентов к рационализаторской работе, по согласованию с представителем института заранее готовить темник для практикантов.

4. Руководители заводов должны уделять больше внимания практике студентов, а начальники цехов — принимать непосредственное участие в руководстве практикой.

А. И. Ярковец и Е. И. Ружицкий

## УТОЧНИТЬ НОРМЫ НА ЦВЕТНОЕ ЛИТЬЕ

Развитие современного машиностроения характеризуется повышением точности обработки деталей на всех этапах производства. Особое значение это имеет для литья, так как увеличение точности изготовления отливок способствует экономии металла и, главное, уменьшению веса механизмов и машин (вес литых деталей в некоторых машинах превышает 50% от общего веса). Кроме того, повышение точности отливок во многих случаях позволяет отказаться от механической обработки, что превращает отливку в готовую деталь. В силу этого нормирование допусков на размеры отливок имеет весьма большое значение, особенно теперь, при углублении специализации промышленных предприятий и расширении их кооперирования.

Однако вопросы нормализации допускаемых отклонений на размеры отливок решаются очень медленно. Достаточно сказать, что существующие государственные стандарты на литье (ГОСТ 1855—55 и ГОСТ 2009—55) распространяются только на черные металлы, а имеющиеся материалы по цветному литью являются противоречивыми.

В свете этого представляет интерес нормаль МАП 56-15 «Допуски на размеры литых деталей из цветных сплавов».

Положительным является уже сам факт существования особой нормы на отливки. В самом деле, причины, вызываю-

щие рассеивание размеров у отливок, совершенно иные, чем при обработке деталей на металлорежущих станках. Поэтому классы точности, установленные стандартами для механической обработки, нельзя переносить на отливки. Вот почему нормаль МАП 56-15 содержит классы точности, отличающиеся от ОСТ, и имеет своеобразные обозначения (в общем случае весьма удачные). Например, второй класс точности для отливок обозначается как Лт2.

Достоинством нормы является приведенная в ней классификация размеров, учитывающая особенности литейного производства. Она также содержит единые классы точности на все виды литья (в нормаль их семь). Это понятно, так как причины, вызывающие рассеивание размеров, для всех видов литья одинаковы. Специфика видов отражена в отдельной таблице (см. табл. 10 нормы), по которой следует выбирать тот или иной класс точности. В нормаль делается попытка при назначении допуска на размер учитывать условия его получения. Вот что по этому поводу говорится в нормаль (пункт 3.8):

«Допуски на размеры деталей, выполняемых литьем под давлением в двух половинах формы или подвижными стержнями, устанавливаются как на размеры вида М».

Такая оговорка недостаточна. Аналогичное положение будет, например, и при литье в кокиль, хотя в нормаль это не указано.

Нормаль не учитывает изменения размеров, вызываемого литейными уклонами, что совершенно правильно, так как на значение уклонов зависит от нескольких факторов, и не все поверхности могут их иметь.

Нормаль содержит большое количество примеров, что является ее положительной стороной. Однако она имеет и некоторые недостатки.

Наиболее существенный из них — нормаль устанавливает величины допусков на все размеры отливки (одного вида) одинаковыми и зависящими только от габаритного размера.

Рассмотрим основные факторы, влияющие на величину допуска.

1. Точность изготовления формующего элемента (модели или прессформы) зависит от номинального размера. Кстати, об этом же говорится и в нормаль (пункт 3.5).

2. Колебание величины выбранной усадки также зависит от номинального размера.

3. Погрешности методов измерения зависят или от номинального размера, или в ряде случаев являются практически постоянными, не зависящими от размера вообще.

Таким образом, действительно можно сделать вывод, что величина допуска в основном зависит от измеряемого размера. Но ведь при этом необходимо также учитывать и сложность отливки.

При назначении классов точности исходят из вида литья, предъявляемых к отливке требований, а также из возможностей того или иного завода. Совершенно очевидно, что на передовых заводах можно получать детали повышенной точности, тогда как на некоторых заводах или в отдельных цехах при одинаковых затратах труда достижимая точность на какой-то период времени будет ниже. Следовательно, ограничивать какой-либо вид литья только одним классом точности вряд ли целесообразно.

Между тем, в нормаль МАП 56-15 такие случаи не единичны. Так, для сложных отливок при литье под давлением предназначается только один класс — Лт2; при литье в кокиль тоже один класс — Лт4 и т. д.

Вызывают сомнения и некоторые другие данные (см. табл. 10 нормы). В частности, для мелких отливок (размером до 100 мм) для литья под давлением и по вылавляемым моделям нормаль устанавливает одинаковую точность — Лт2. Следует также отметить расхождение между рекомендациями нормы по выбору того или иного класса точности с положением дел на некоторых заводах. Здесь, как правило, даются более грубые классы точности.

Некоторые отливки по допускаемым отклонениям не укладываются в самый грубый класс Лт7, хотя они и не принадлежат к тем, о которых говорится в примечании к пункту 3.0.

В нормаль имеются и некоторые другие, менее существенные недостатки.

Таким образом, нормаль МАП 56-15, разработанная в основном удачно, нуждается в соответствующих исправлениях и уточнениях.

Ю. А. Воробьев

## СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Стр.

## КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТЫ

- В. П. Дмитриев. Защита самолетных систем статическо-  
го и полного давлений от влаги . . . . . 3
- В. М. Тендлер. К вопросу о применении компенсаторов  
в конструкции самолета . . . . . 7
- О. А. Бабичева. Упрощение серийных сборочных черте-  
жей в самолетостроении . . . . . 9

## ТЕХНОЛОГИЯ

- М. Я. Карнов, А. А. Воронин и В. И. Власов. Объемное  
деформирование с применением вибраций . . . . . 11
- А. С. Звягин и Е. С. Стебаков. Литье панелей методом  
выжимания . . . . . 18
- А. К. Петров и С. Ф. Сурин. Комбинированное скорост-  
ное растачивание и развертывание глухих глубоких  
отверстий . . . . . 23
- В. Н. Шавырин, Л. Б. Масеев, Р. Я. Фискина и  
Г. Ш. Бродский. Точечная сварка узлов из алюми-  
ниевых сплавов с последующим анодированием . . . . . 27
- Я. Я. Вилимовский. Больше внимания созданию спе-  
циального оборудования для самолетостроительных  
заводов . . . . . 31
- М. А. Люстров и И. С. Елкин. Сварка стали ЭИ736 . . . . . 38
- Н. Г. Самаров. Сдаточное испытание — неотъемлемая  
часть процесса изготовления двигателя . . . . . 41
- С. Г. Глазунов, Г. М. Кохова и О. П. Солонина. Терми-  
ческая обработка титановых сплавов BT3 и BT3-1 . . . . . 43

## МАТЕРИАЛЫ

- М. Н. Горбунов, О. В. Попов и М. А. Москалев. Влия-  
ние температуры на механические свойства жаро-  
прочных конструкционных материалов . . . . . 47
- М. К. Бадаева, П. П. Багрянцева, Л. В. Кирюхина и  
Б. В. Харламов. Полиорганосилоксаны как сырье  
для консистентных смазок . . . . . 50
- Я. Е. Афанасьев, Л. Г. Евтропов и А. И. Колпашников.  
Свойства и структура крупных штамповок из вы-  
сокопрочных магниевых сплавов . . . . . 54

## ОРГАНИЗАЦИЯ И ЭКОНОМИКА ПРОИЗВОДСТВА

- Д. Э. Старик. К вопросу о совершенствовании производ-  
ственной структуры механических цехов авиадвиг-  
телестроительных заводов . . . . . 58

В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЦЕХАХ  
И ЗАВОДСКИХ ЛАБОРАТОРИЯХ

- А. И. Иванов и З. Л. Леогицкий. Из опыта работы  
экспериментально-технологического цеха . . . . . 61
- В. И. Курченко. Высадка деталей в штампах с электро-  
нагревом части заготовки . . . . . 64

## ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

- С. Г. Молочников. Экранирование рентгеновского излу-  
чения при работе электронных ламп . . . . . 67
- А. К. Прокофьева. Организация контроля воздушной  
среды на производстве . . . . . 68
- И. Г. Приблудный, В. Я. Кюммюс и Б. И. Баштан.  
Электромагнитное блокировочное устройство, обес-  
печивающее безопасность работы на эксцентрико-  
вых прессах . . . . . 69
- Защитное устройство к фрезерным станкам . . . . . 71
- А. Морозов. Вентиляция кабины крановщика в литей-  
ном и кузнечном цехах . . . . . —
- З. Кашанов и К. Топоров. Новая пылесосная уста-  
новка к двустороннему заточному станку . . . . . 72

## ЗАВОДСКИЙ ОПЫТ

- Приспособление для изготовления четырехзаходных  
крыльчаток на токарном станке. Е. М. Смольянинов . . . . . 74
- Универсальный кондуктор. И. С. Кирич . . . . . 75
- Кольца и рамки для крепления деталей из жаропрочных  
сплавов на магнитных плитах. И. С. Кирич . . . . . 76
- Групповые приспособления. П. Г. Беляев . . . . . 77
- Применение сборно-разборных приспособлений. К. П. Са-  
мусенко . . . . . 79
- Копировальное приспособление. Ю. М. Иванов . . . . . 80
- Пневмозажим для автоматической подачи прутка.  
Р. А. Гречищев . . . . . 81
- Опыт применения кругов с графитовым наполнителем.  
Н. В. Полеценко . . . . . 82
- Метод определения искажений профиля паза при обра-  
ботке дисковыми фрезами. Н. М. Струнин . . . . . 83
- Универсальные тиски. Г. Б. Каплунов . . . . . 84
- Оправка для изготовления трубчатых заклепок на то-  
карном автомате. Б. Л. Смоленский . . . . . 85
- Прибор для измерения переднего угла и шага перьев  
метчиков. А. М. Кузнецов . . . . . 86
- Полуавтомат для клеймения резцов. Д. Д. Середин . . . . . 87
- Реконструкция шабета ковочного молота. И. Д. Суслин.  
Универсальный блок под падающий молот. А. Н. Ерус-  
ланов . . . . . —

	Стр.		Стр.
Эжекторная горелка 12ЭГ-1. Н. Г. Шарыгин . . . . .	89	<b>ИНФОРМАЦИЯ</b>	
Галтовочный станок. А. Н. Ерусланов . . . . .	—	В Научно-исследовательском институте технологий и	
Экономия сталей при изготовлении инструмента.		организации производства . . . . .	121
В. И. Анисимов . . . . .	90	Во Всесоюзном научно-исследовательском институте	
Приспособление к пневмодрели. З. С. Нозик . . . . .	91	авиационных материалов . . . . .	122
Универсальный пневматический кондуктор. М. Н. Грибков	—	По страницам заводских многотиражек . . . . .	123
Опыт точечной сварки стали 12Г2А. В. И. Столбов и		Из опыта работы БТИ . . . . .	125
Д. Н. Ганелин . . . . .	92		
Автоматическая наплавка шеек валиков и шпинделей,			
С. П. Беспалов . . . . .	93		
<b>ЗАРУБЕЖНАЯ ТЕХНИКА</b>		<b>БИБЛИОГРАФИЯ</b>	
Управляемые снаряды. Е. И. Сухоцкий . . . . .	95	Ценное пособие для конструкторов и технологов . . . . .	127
Спеченный алюминиевый порошок. В. А. Оноприенко . . . . .	98	Книги и журналы . . . . .	128
Новые быстроходные радиально-фрезерные станки для		В последних номерах основных машиностроительных	
обработки легких сплавов. А. А. Ливанов . . . . .	103	журналов . . . . .	130
Пирокерам . . . . .	110		
Пенометаллические сплавы . . . . .	—	<b>ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ</b>	
Хромика . . . . .	111	Нормализовать требования к деталям, подвергаемым	
<b>НА МЕЖДУНАРОДНЫХ ВЫСТАВКАХ</b>		химико-термической обработке . . . . .	133
<b>И КОНФЕРЕНЦИЯХ</b>		Больше внимания организации и проведению производ-	
Сварочная техника в Германской Демократической		ственной практики студентов-самолетостроителей	
Республике. Г. А. Маслов . . . . .	114	Уточнить нормы на цветное литье . . . . .	133



#### Редакционная коллегия

С. В. Аврутин, А. Ф. Белов, Н. Д. Бобовников, В. В. Бойцов (главный редактор), В. И. Босторин, Ю. Я. Буров, Н. Н. Власов, М. З. Гиндельман, А. И. Евтихов, И. Г. Загайнов, В. И. Зайцев, В. И. Комаров, А. А. Липшин, М. Н. Степин, А. И. Таций, А. Т. Туманов

Заместители главного редактора А. И. Баранов и Р. Б. Крогуус

Адрес редакции: Москва, Центр, Уланский пер., 22, тел. К 6-02-58  
Техн. редактор Н. В. Бибилов

Т 04975

Подписано к печати 31/V 1958 г.

Формат 60×92<sup>1</sup>/<sub>8</sub>=8,5 6. л.—17 п. л.

Зак. 222

Типография Оборонгиза



**ВСЕСОЮЗНЫЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА ИНСТИТУТ  
АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**ОБЪЯВЛЯЕТ ПРИЕМ**

**В ОЧНУЮ И ЗАОЧНУЮ АСПИРАНТУРУ ПО СЛЕДУЮЩИМ  
СПЕЦИАЛЬНОСТЯМ:**

1. Металловедение сталей и легких сплавов.
2. Физика металлов.
3. Обработка металлов давлением.
4. Прочность металлов.
5. Спектральный анализ.
6. Неметаллические материалы.
7. Коррозия металлов.
8. Металлокерамика.
9. Литейное производство.

Заявления о приеме в аспирантуру подаются на имя начальника Института до 15 августа 1958 г.

Лицам, допущенным к приемным испытаниям в аспирантуру, предоставляется отпуск 30 календарных дней с сохранением заработной платы по месту работы.

Приемные испытания будут проводиться в сентябре 1958 г.